Air Conditioning

Design & Application

تكييف الهواء

التصميم والتطبيق

Prepared by

Eng. Sameer Al-Qurashi

إعداد

م.سَمِيرُ أحمَدُ القُرَشِيّ

Jeddah - KSA

1441 هـ - 2020 م

جدة – المملكة العربية السعودية

ح سمير احمد محمد القرشي ، ١٤٤١هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

القرشي ، سمير احمد محمد
تكييف الهواء : التصميم والتطبيق. / سمير احمد محمد القرشي
.- جدة ، ١٤٤١هـ

١١٢ ص ؛ ..سم

ردمك: ٩٧٨-٦٠٣-٠٣-٤٥٥٧-١

١- تكييف الهواء ٢- مكيفات الهواء أ.العنوان

ديوي ٦٧٩,٩ ١٤٤١/١٠٩١٢

رقم الإيداع: ١٤٤١/١٠٩١٢
ردمك: ٩٧٨-٦٠٣-٠٣-٤٥٥٧-١

CONTENT

المحتويات

	Page No.	
1. Introduction	4	.1 مقدمة
✓ Heat , Quantity & transfer	5	✓ الحرارة وكميتها وطرق انتقالها
✓ Why do we air conditioning building	9	✓ لماذا نكيف هواء المباني
✓ Factors effects	10	✓ العوامل المؤثرة
✓ Building mechanical services	11	✓ خدمات المبنى الميكانيكية
2. HVAC systems design	12	.2 تصميم أنظمة التكييف والتدفئة والتهوية
✓ Collect basic information for air conditioning	14	✓ تجميع المعلومات الأساسية للتكييف
✓ Selecting design criteria	16	✓ اختيار معايير التصميم
✓ HVAC Load Calculations design	21	✓ طريقة حسابات الأحمال الحرارية للتكييف والتدفئة والتهوية
✓ HVAC duct design	35	✓ تصميم وتوزيع مجاري هواء التكييف
✓ Selection of air conditioning systems and devices	44	✓ اختيار أنظمة وأجهزة التكييف
✓ Central Cooling Systems	49	✓ الأنظمة الأساسية لأجهزة التبريد
✓ Central Cooling Subsystems	74	✓ الأنظمة الفرعية لأجهزة التبريد المركزية
3. Review and coordinate designs with other disciplines	107	.3 مراجعة وتنسيق التصاميم مع التخصصات الاخرى
4. Examples of some vital projects and some components of AC	109	.4 أمثلة لبعض المشاريع الحيوية وبعض مكونات أجهزة التكييف
5. Conversions table	120	.5 جدول التحويلات
6. References	121	.6 المراجع

Introduction

In Air Conditioning system Design , we should have the following :

collect the required information, then calculate the cooling/heating loads of the selected space according to design criteria , with designing of the duct and pipeline network. Followed by the selection of systems and equipment of HVAC units and size/type of air diffusers & Grills.

During the design from start to end, we must review & coordinate with Owner, consultant and other disciplines.

مقدمة

إن تصميم نظام تكييف الهواء، يجب أن يحتوي التالي:

جمع المعلومات المطلوبة، ثم حساب أحمال التبريد / التدفئة للمساحة المحددة حسب المعايير التصميمية، مع تصميم شبكة مجاري الهواء وشبكة الأنابيب. يتبع ذلك اختيار أنظمة وأجهزة وحدات التكييف وحجم وأنواع أجهزة توزيع الهواء.

أثناء التصميم من البداية حتى النهاية ، يجب علينا المراجعة والتنسيق مع المالك والاستشاري والتخصصات الأخرى.

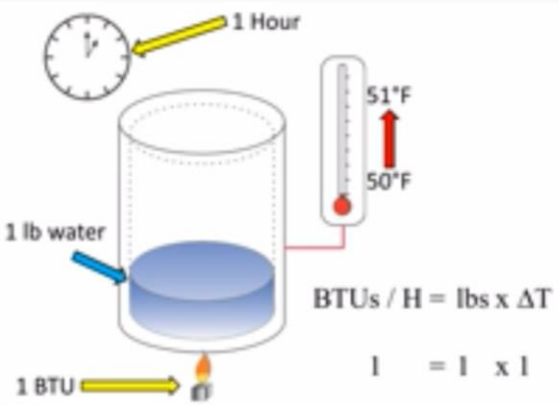
What is Heat and its Amount

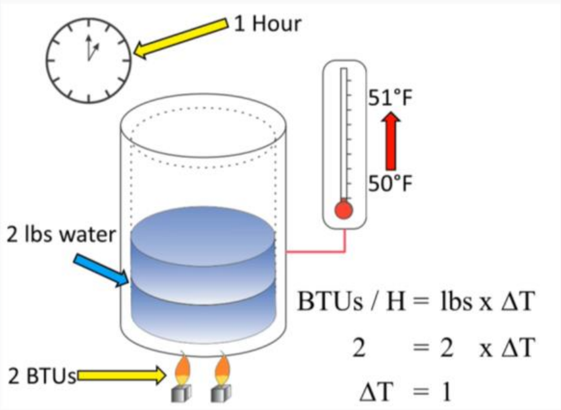
ما هي الحرارة وكميتها

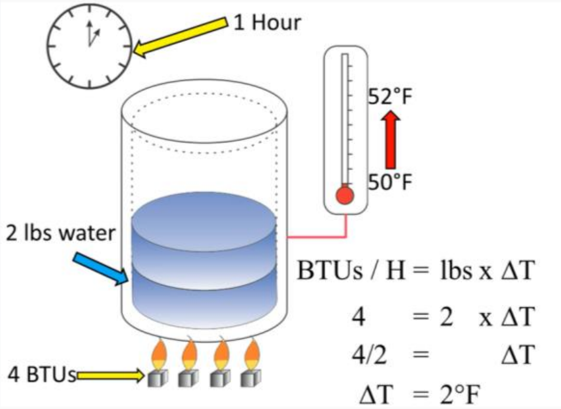
كمية الحرارة الواحدة ، لتغيير درجة حرارة فهرنهايت واحدة، لوزن باوند واحد من الماء تسمى :

The amount of one heat, to change the temperature of one-degree Fahrenheit, For one pound of water called:

BTU = British Thermal Unit







كمية الحرارة والطن التبريدي

Amount of Heat and the Refrigerant Ton

Refrigerant Ton = والطن التبريدي

جميع الأنظمة الميكانيكية تقارن بذوبان طن واحد (1000 كجم = 2000 باوند) من الثلج تسمى:

All mechanical systems are compared to melting one ton (1000 kg = 2000 Lb) of ice called

IMC = Ice Melting Equivalent = 2000 Lb $_{\text{ice}}$ x 144 BTU/ 1 Lb $_{\text{ice}}$ = 288,000 BTU

واذا وجد نظام ميكانيكي قادر على إزالة هذه الحرارة خلال 24 ساعة تسمى الطن التبريدي

If there is a mech. system capable of removing this heat within 24 hours, it is called refrigeration tons

288,000 BTU/24 Hr = 12,000 BTU/Hr = 1 Ton

Physical states of matter (Solid - liquid - gaseous) Change by adding or removing the amount of heat

SENSIBLE GAINS:

It is the heat that causes the temperature to change and does not affect or change the physical state of the matter.

LATENT GAINS:

It is the heat that causes the physical state of the matter to change and does not change the temperature during the material's transformation.

Like ice: its temperature is 32 degrees Fahrenheit, and if it turns into water, its temperature remains 32 degrees Fahrenheit.

الحالات الفيزيائية للمادة (صلبة – سائلة – غازية) تتغير بإضافة أو إزالة كمية الحرارة

الحرارة المحسوسة:

هي الحرارة المسببة في تغيير درجة الحرارة ولا تؤثر ولا تغير الحالة الفيزيائية للمادة.

الحرارة الكامنة:

هي الحرارة المسببة في تغيير الحالة الفيزيائية للمادة ولا تغير درجة الحرارة خلال تحول المادة .

مثل الثلج : فان درجة حرارته 32 درجة فهرنهايت ، واذا تحول الى ماء فتبقى درجة حرارته 32 درجة فهرنهايت .

Heat Transfer

Heat: constantly moving energy.

The heat transfer from one body or medium to another depends on:

Conduction: Heat transfer through a substance such as copper and aluminum, and the weak heat conducting material are called insulators.

Radiation: Heat is transmitted in the form of waves - like light or radio . It heats the bodies located on it and is exposed to them, such as sunlight.

Convection: a natural transmission such as the movement of air currents or by forcing fans or pumps.

انتقال الحرارة

الحرارة : طاقة دائمة الحركة.

تعتمد انتقال الحرارة من جسم أو وسط الى آخر عن طريق :

التوصيل : انتقال الحرارة عبر المادة مثل النحاس والالمونيوم، والمواد الضعيفة في توصيل الحرارة تسمى عازل.

الإشعاع : انتقال الحرارة على شكل موجات شبيهة بالضوء أو الراديو، فهي تسخن الاجسام الواقعة عليها والمعرضة عليها مثل أشعة الشمس .

الحمل : انتقال طبيعي مثل حركة تيارات الهواء أو بالإجبار بالمراوح أو المضخات .

Why do we air condition buildings?

لمـــاذا نكيف هــــــواء المـــــــباني ؟

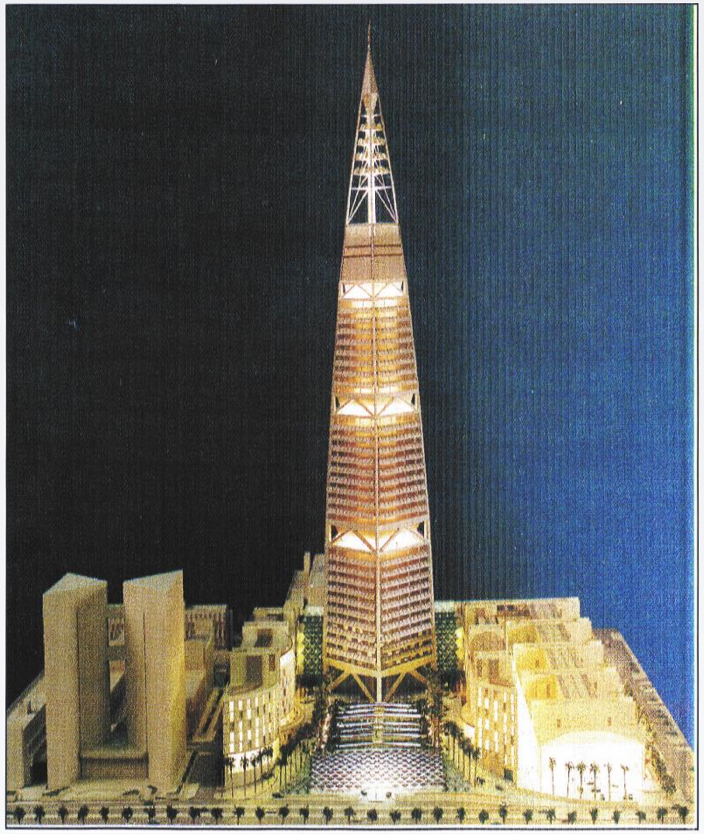
- HEALTH.
- SAFETY.
- PRODUCTIVITY.
- COMFORT.

- للصحة.
- للسلامة.
- لزيادة الإنتاجية.
- للراحة.

FACTORS AFFECTING HUMAN COMFORT

العوامـــل المـــؤثرة على راحـــة الإنســـان

- TEMPERATURE.
- HUMIDITY.
- AIR MOVEMENT.
- AIR QUALITY.



- الحرارة.
- الرطوبة.
- حركة الهواء.
- جودة الهواء.

Building Mechanical Services - خدمات المبنى الميكانيكية

Domestic hot water

Condenser water

Chilled water

Dual temperature systems

Storm and roof drains

Machinery room piping

Cooling tower piping

Domestic cold water

Wet and dry standpipe

Hot water heating

Sprinkler for fire protection

تصميم أنظمة التكييف والتدفئة والتهوية

HVAC Design Systems

HVAC System Design Depend On:

- The outside Area Air Temperatures:
  - Dry Bulb temperature
  - Wet Bulb temperature
- The designed inside Dry Bulb Temperature (Air quality , Motion & Humidity) .
- Location directions (north, south, west, east).
- Architectural drawing of the place (length x width x height).
- Determine the windows area and the type of glass and curtains.
- Determine the nature of the activity

  (hotel, residential, commercial, theater, etc ...)
- Determine the places adjacent to the place.
- Determine the number of people inside the place.
- Determining the electrical load for equipment, lighting, motors, etc.
- Determine the percentage of fresh air that needs to be fed to the place.

تصاميم أنظمة التكييف تعتمد على :

- درجات حرارة الهواء للمنطقة.
  - درجة حرارة الترمومتر الجاف
  - درجة حرارة الترمومتر المبلول
- درجة الحرارة الداخلية المصممة للمكان (حركة وجودة الهواء ونسبة رطوبة الجو).
- اتجاهات المكان (شمال ، جنوب ، غرب ، شرق).
- الرسم المعماري للمكان (الطول × العرض × الارتفاع).
- تحديد مساحة الشبابيك ونوع الزجاج والستائر.
- تحديد طبيعة النشاط (فندق، سكني، تجاري، مسرح، إلخ..).
- تحديد الأماكن الملاصقة للمكان.
- تحديد عدد الأشخاص داخل المكان.
- تحديد الحمل الكهربائي للأجهزة والاضاءة والمواتير الخ...
- تحديد نسبة الهواء النقي المطلوب تغذيته للمكان.

تجميع المعلومات الأساسية للتكييف والتدفئة والتهوية

HVAC Gathering Information

تجميع المعلومات الأساسية للتكييف والتدفئة والتهوية

HVAC SYSTEM DESIGN : STEP-BY-STEP.

TOPIC	SUBTOPIC	SOURCES OF INFORMATION OR DATA	TYPICAL INFORMATION OR DATA	TYPICAL RESULT	REMARKS
GATHERING INFORMATION	SCOPE OF WORK	. OWNER . ARCHITECT	. BUILDING SIZE . BUILDING FUNCTIN . LOCATION . FLOOR PLANS	. WRITTEN SCOPE OF WORK, SITE PLAN AND FLOOR PLANS.	. OBTAIN NAMES OF PEOPLE INVOLVED, PHONE NUMBERS AND ADDRESSES. . IDENTIFY ORGANIZATION OF THE PROJECT TEAM.
	BUDGET AND ECONOMICAL CONSIDERATION.	. OWNER	. MECH.WORK COST LMITATION	. Cheap System	Private - Speculative
				. Expensive System	Institution, Owner Occupied
		. ARCHITECT	. QUALITY	. Low / High Quality	
			. 1st vs, OPER COSTS	. If 1st, Low Oper. High	
			. LIFE CYCLE COST	. Balanced & Good Design	Government
	CODES AND REGULATIONS	. OWNER . ARCHITECT . LOCAL AUTHORITIES . GOV. AGENCIES	. UBC (Year) (1) . UMC (Year) (2) . NFPA (Year) (3) . Government Standard & Regulations	. A Complete List of Clearly Defines the Design must Comply with Codes & Regulations.	
	OTHER DESIGN GROUPS	. ARCHITECTURAL	Allocated Mech. Rooms, Basics of Air Distribution.	Awareness Of Any Special Limitations & Needs of the Other Design Groups.	
		. CIVIL	Utilities,Sizes Locations, Pressure,Capacity, etc....		
		. STRUCTURAL	Type of Structure Steel,Concrete, etc.....		
		. ELECTRICAL	Power Source & Ratings		

(1). Uniform Building Code (Year Published) Note : The Latest may not Apply - Check out.
(2). Uniform Mech Code (Year Published) Note : The Latest may not Apply - Check out.
(3). National Fire Accociation (Identify Applicable Sections).

High-resolution table version: https://bit.ly/2MbzpyC نسخة الجدول بدقة عالية:

SELECTING ENTERNAL & EXTERNAL DESIGN CRITERIA

(Refer to ASHRAE Data)

اختيار معايير التصميم الداخلي والخارجي

(أنظر كتيبات جمعية التكييف)

المعايير الاساسية لتصميم التكييف والتدفئة والتهوية

HVAC SYSTEM DESIGN : STEP-BY-STEP.

TOPIC	SUBTOPIC	SOURCES OF INFORMATION OR DATA	TYPICAL INFORMATION OR DATA	TYPICAL RESULTS/VALUES	REMARKS
DESIGN CRITERIA **	INDOOR SESIGN CONDITIONS (TEMP,HUMIDITY)	. Owner / ASHRAE (1). . Engineer to Advise Owner.	. Summer : 72 - 78 ^{0}F . Winter : 68 - 72 ^{0}F. . Rel. Hum : 30 - 60% (2).	N/A	(1) Fundamentals (2) Normally No Humidity Control
	OUTDOOR DESIGN CONDITIONS (TEMP. DB/WB).	. ASHRAE (3). Fundamentals for the Project Location	. Summer : 2 1/2% . Winter : 97 1/2%	N/A	(3) Decide W/ Owner Or Per Code (s) [1% Or 2 1/2% Or Other]
	VANTILATION AIR RATES	. Engineer / Owner . ASHRAE STD. # 62.	. Out Door Air	10 CFM / Person	
			. Toilet,Locker Ablution Exhaust.	2 CFM / Ft2	
			. Elec,Telecom.Security Closets.	0.5 CFM / Ft2	
			. Parking Garage Exhaust.	1.5 CFM / Ft2	
	POPULATION	. Owner . Architect . ASHRAE STD. # 62.	. FT2 / Person . Quantity Of People Per Room	100 Ft2 / Person (Offices) 17 Ft2 / Person (Conference Rooms)	
	NOISE CRITERIA (NC)	. Owner . ASHRAE	NC Level	. Offices (30-45 db) . Sound Studios (22 db) . Restaurant (40-45 db)	
	MISCELLANEOUS	. ASHRAE	. Duct Sizing Criteria	0.08 - 0.1 inches / 100 Ft.	
			. Pipe Sizing Criteria	4 ft/sec Up to 4" ≤ 10 ft/sec for 5" and Above	

**** Also Use ASHRAE Standard No. 90.**

High-resolution table version: https://bit.ly/2MbzpyC نسخة الجدول بدقة عالية:

درجات الحرارة المناسبة حسب الجمعية الأمريكية للتكييف والتبريد والتهوية

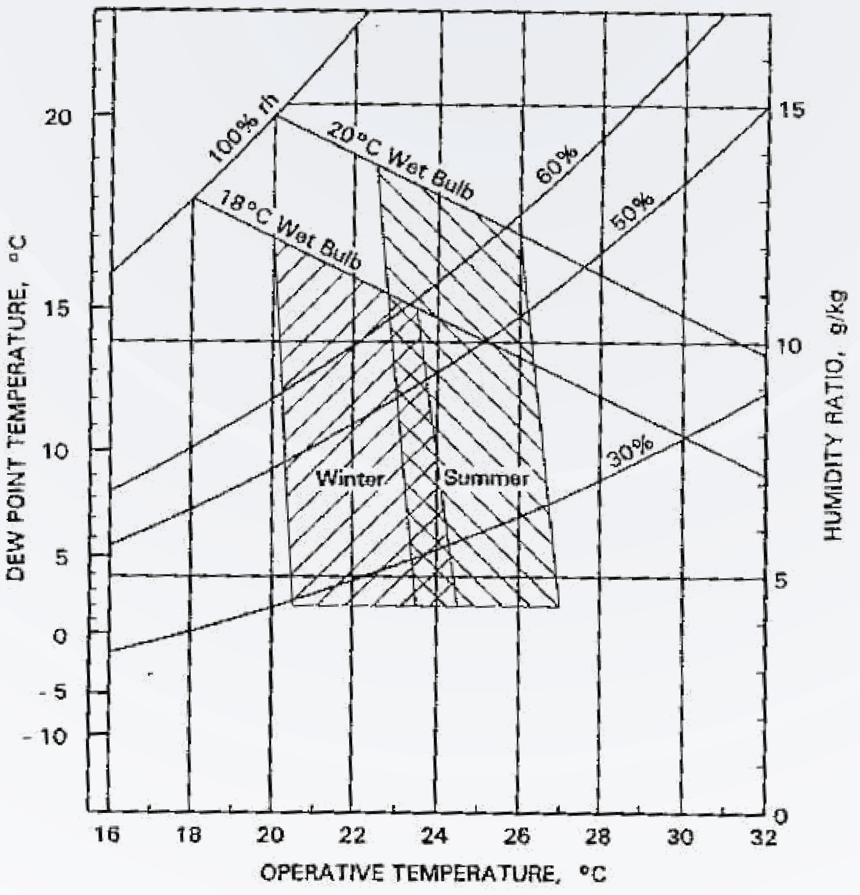


Figure 4-1. Standard Effective Temperature and ASHRAE Comfort Zones

EXAMPLE OF EXTERNAL DESIGN CONDITIONS

أمثلة من شروط التصميم الخارجي

LOCATION:	**RIYADH**
ALTITUDE:	**620m**
DESIGN MAXIMUM TEMPERATURE:	**44ºC DRY BULB**
DESIGN WET BULB TEMPERATURE:	**22ºC WET BULB**
DESIGN MINIMUM TEMPERATURE:	**-1ºC DRY BULB**

Example of internal AC DESIGN FOR OFFICES

أمثلة من تصميم التكييف الداخلي للمكاتب

INTERNAL TEMPERATURE: درجات الحرارة الداخلية

WINTER 21ºC DRY BULB , SUMMER 22-24ºC DRY BULB

INTERNAL RH: نسبة الرطوبة الداخلية

WINTER 35% MINIMUM , SUMMER 40-60%

FRESH AIR VENTILATION RATE: معدل كمية دخول الهواء الخارجي

10-12 LITRES / SECOND · PERSON

طريقة حسابات تصميم الأحمال للتكييف والتدفئة والتهوية

Load calculation method for air conditioning, heating and ventilation

Cooling Load Calculation = حسابات أحمال التبريد

$Q = U \times A \times \Delta T$

Q = Total Cooling Gain (Watts / KW) = احمال التبريد الكلية

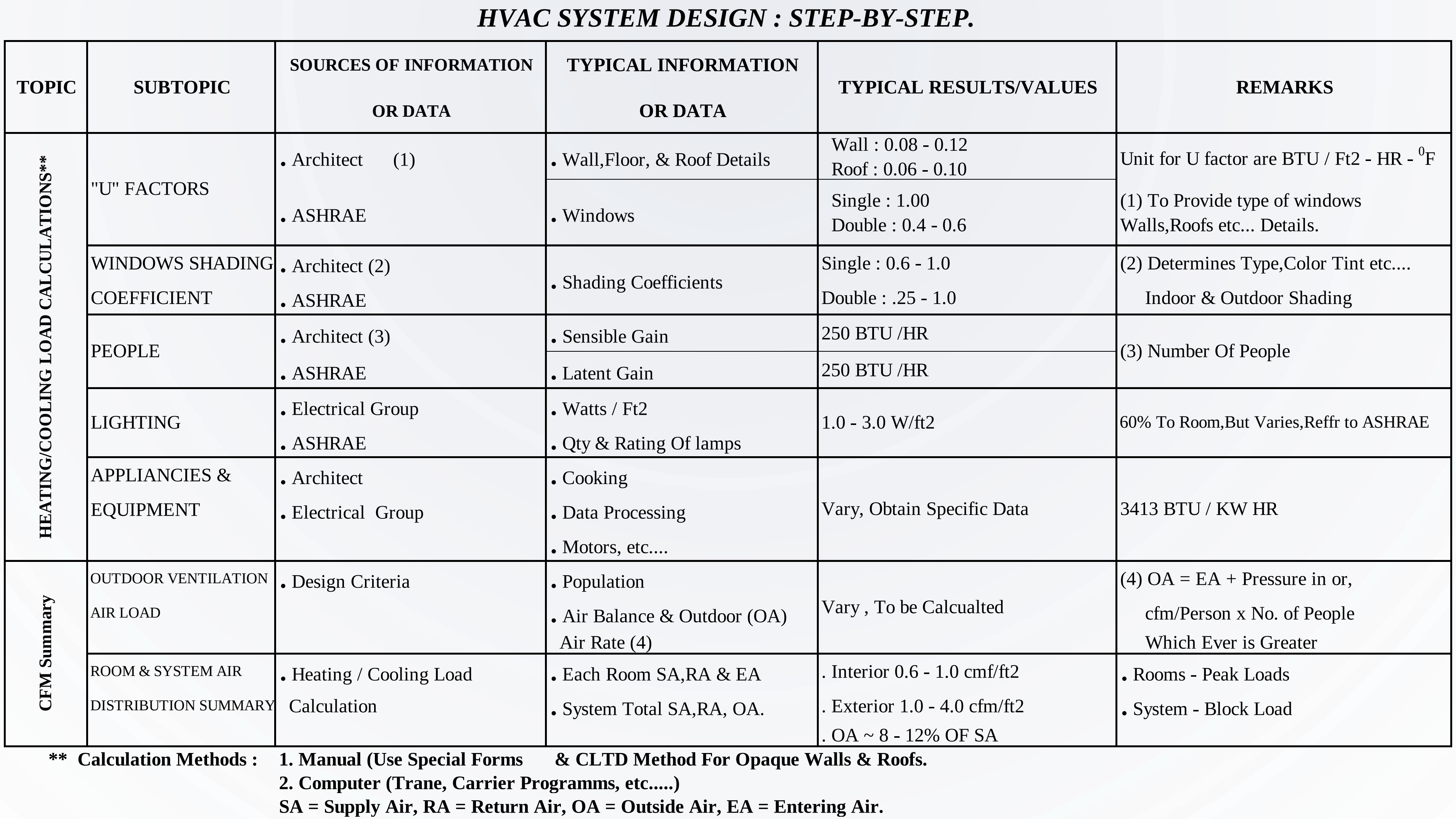
U = Thermal conductivity Coefficient

($W/m^2 K$) = معامل التوصيل الحراري

A = Area (m^2) = المساحة

ΔT = Temperature Difference (°C) = $T_o - T_i$ = الفرق بين درجات الحرارة الخارجية والداخلية

طريقة حسابات تصميم الأحمال للتكييف والتدفئة والتهوية



HVAC SYSTEM DESIGN : STEP-BY-STEP.

TOPIC	SUBTOPIC	SOURCES OF INFORMATION OR DATA	TYPICAL INFORMATION OR DATA	TYPICAL RESULTS/VALUES	REMARKS
HEATING/COOLING LOAD CALCULATIONS**	"U" FACTORS	. Architect (1)	. Wall,Floor, & Roof Details	Wall : 0.08 - 0.12 Roof : 0.06 - 0.10	Unit for U factor are BTU / Ft2 - HR - ^{0}F
		. ASHRAE	. Windows	Single : 1.00 Double : 0.4 - 0.6	(1) To Provide type of windows Walls,Roofs etc... Details.
	WINDOWS SHADING COEFFICIENT	. Architect (2) . ASHRAE	. Shading Coefficients	Single : 0.6 - 1.0 Double : .25 - 1.0	(2) Determines Type,Color Tint etc.... Indoor & Outdoor Shading
	PEOPLE	. Architect (3)	. Sensible Gain	250 BTU /HR	(3) Number Of People
		. ASHRAE	. Latent Gain	250 BTU /HR	
	LIGHTING	. Electrical Group . ASHRAE	. Watts / Ft2 . Qty & Rating Of lamps	1.0 - 3.0 W/ft2	60% To Room,But Varies,Reffr to ASHRAE
	APPLIANCIES & EQUIPMENT	. Architect . Electrical Group	. Cooking . Data Processing . Motors, etc....	Vary, Obtain Specific Data	3413 BTU / KW HR
CFM Summary	OUTDOOR VENTILATION AIR LOAD	. Design Criteria	. Population . Air Balance & Outdoor (OA) Air Rate (4)	Vary , To be Calcualted	(4) OA = EA + Pressure in or, cfm/Person x No. of People Which Ever is Greater
	ROOM & SYSTEM AIR DISTRIBUTION SUMMARY	. Heating / Cooling Load Calculation	. Each Room SA,RA & EA . System Total SA,RA, OA.	. Interior 0.6 - 1.0 cmf/ft2 . Exterior 1.0 - 4.0 cfm/ft2 . OA ~ 8 - 12% OF SA	. Rooms - Peak Loads . System - Block Load

**** Calculation Methods : 1. Manual (Use Special Forms & CLTD Method For Opaque Walls & Roofs.**
2. Computer (Trane, Carrier Programms, etc.....)
SA = Supply Air, RA = Return Air, OA = Outside Air, EA = Entering Air.

High-resolution table version: https://bit.ly/2MbzpyC نسخة الجدول بدقة عالية:

Internal ROOM HEAT GAINS الحرارة الداخلية المكتسبة للغرفة

INTERNAL SENSIBLE GAINS:	الحرارة المحسوسة الداخلية المكتسبة:
1. ELECTRIC LIGHTING.	1. الاضاءة الكهربائية.
2. ELECTRICAL ‘PLUG LOADS’ (PCs, PRINTERS, COPIERS).	2. "فتحات التوصيل" الكهربائية (أجهزة الكمبيوتر والطابعات والنسخ).
3. OTHER EQUIPMENT.	3. معدات أخرى.
4. MONITORS.	4. المراقبات.
5. PROCESS WORK.	5. الجهد العملي.
6. PEOPLE.	6. الأشخاص.

INTERNAL LATENT GAINS:	الحرارة الكامنة الداخلية المكتسبة:
1. PEOPLE.	1. الأشخاص.
2. COOKING.	2. أجهزة الطبخ.
3. PROCESS WORK.	3. الجهد العملي.
4. WATER FEATURES.	4. ميزات المياه.

External ROOM HEAT GAINS الحرارة الخارجية المكتسبة للغرفة

EXTERNAL SENSIBLE GAINS:

1. DIRECT AND SCATTERED SOLAR RADIATION.
2. ‘AIR-TO-AIR’ TRANSMISSION GAINS THROUGH GLASS AND NON-GLASS ELEMENTS.
3. SOLAR RADIANT HEAT THROUGH WALLS/ROOF.
4. SENSIBLE HEAT GAINS CAUSED BY INFILTRATION OF WARM OUTSIDE AIR.

EXTERNAL LATENT GAINS:

1. INFILTRATION OF MOISTURE IN OUTDOOR AIR.

الحرارة الخارجية المكتسبة المحسوسة:

1. الإشعاع الشمسي المباشر والمبعثر.
2. الانتقال المكتسب "هواء إلى هواء" من خلال العناصر الزجاجية وغير الزجاجية.
3. تسخين أشعة الشمس من خلال الجدران والأسقف.
4. ارتفاع درجة الحرارة المكتسبة المحسوسة الناتجة عن تسلل الهواء الدافئ الخارجي.

الحرارة الخارجية المكتسبة الكامنة:

1. الهواء الرطب المتسلل من الهواء الخارجي.

Cooling Load Calculation = حسابات أحمال التبريد

$$\mathbf{Q_T = Q_W + Q_{rad} + Q_{inf} + Q_L + Q_P + Q_E}$$

Q_T = watts or kilo watts = الحمل الحراري

$Q_W = Q_w + Q_c$ = The Heat load of wall & Ceiling = الحمل الحراري للجدران والاسقف

Q_{rad} = The Heat load of Glass = الحمل الحراري للشبابيك

Q_{inf} = The Heat load of infiltration = الحمل الحراري لتسريب الهواء

Q_l = The Heat load of Lighting = الحمل الحراري للإضاءة

Q_p = The Heat load of People = الحمل الحراري للأشخاص

Q_E = The Heat load of Equipment = الحمل الحراري للمعدات الكهربائية

Cooling Load Calculation = حسابات أحمال التبريد

Heat load of wall & Ceiling = كمية الحرارة من الجدران والاسقف

$R = 1/U$ = Resistance = $1/h_o + 1/h_i + \sum x/k$ = المقاومة

h = Heat Transfer Coefficient by Conductivity ($W/m^2\ K$)

= معامل انتقال الحرارة بالتوصيل

X = thickness (mm) = السماكة

K = Heat Transfer Coefficient by Convection (W/m K)

= معامل انتقال الحرارة بالحمل

Cooling Load Calculation = حسابات أحمال التبريد

Heat load of Glass from radiation = كمية الحرارة من خلال الزجاج نتيجة الاشعاع الشمسي

Q_{rad} = A x I x SC

A = Area (m2) = المساحة

I = Radiation (W/m2) = شدة الاشعاع الشمسي

SC = Shading Coefficient (0.34 to 0.83 depend on shading type , Curtains & number of layers)

= معامل التظليل

Cooling Load Calculation = حسابات أحمال التبريد

Heat load of Infiltration = كمية الحرارة من التسرب الهوائي

$Q_{inf} = \dot{V} / v_o \times C_{p\,air} (T_o - T_i) = N \times V \times \Delta h / (3600 \times v_o)$

N = No. of Air Changes per hour (ACH)$_{\text{(for people 2.5 to 24 for each person)}}$ = معدل تغيير الهواء

$C_{p\,air}$ = Specific heat of air = 1.006 KJ/Kg K = الحرارة النوعية للهواء

Δh = enthalpy change = الفرق بين الانثالبي من الخريطة السيكرومترية

V = volume of the room (m^3) = حجم الغرفة

$\dot{V}$ = Quantity of moving air (m^3/s) = V x N / 3600 = تسرب حجم الهواء

Air leakage (L/S)$_{\text{(from windows 0.36 to 1.7 \& from doors 5 to 660, depend on closed, open or revolving)}}$ = تسرب الهواء

v_o = Quantity of outside air (m^3/kg) = الحجم النوعي للهواء الخارجي

Cooling Load Calculation = حسابات أحمال التبريد

Heat load of lighting = كمية الحرارة من الاضاءة

$Q_l = N \times P \times F \times DF$

N = No. of bulbs = عدد اللمبات

P = Bulb Power (watts) = قوة اللمبة الواحدة

F = factors (1 to 1.3) = المعامل

DF = Diversity Factors (0.3 to 1) = معامل التباين

Cooling Load Calculation = حسابات أحمال التبريد

Heat load of People = كمية الحرارة من الأشخاص

$Q_p = n \times (q_s + q_l) \times DF$

n = number of people = عدد الأشخاص

q_s = sensible heating (watts)(from 66 to 170 depend on the person, movement & loc. type) = الحرارة المحسوسة

q_l = latent heating = الحرارة الكامنة

DF = Diversity Factors (0.4 to 0.9) = معامل التباين

Cooling Load Calculation = حسابات أحمال التبريد

Heat load of Equipment’s = كمية الحرارة من المعدات الكهربائية

$QE = \sum (1- \eta) E$

E = The equipment power (Watt) = القدرة اللازمة للمعدة

η = equipment coefficient = كفاءة المحرك

مقاومة الحرارة

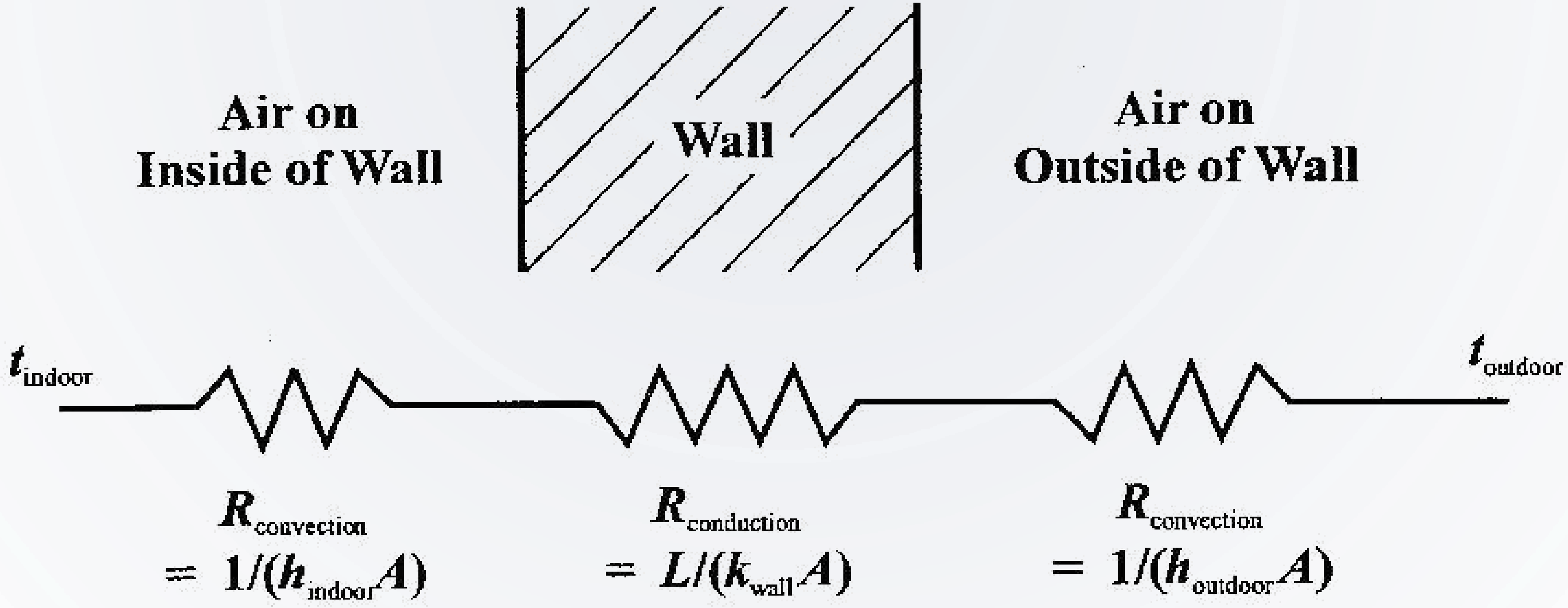
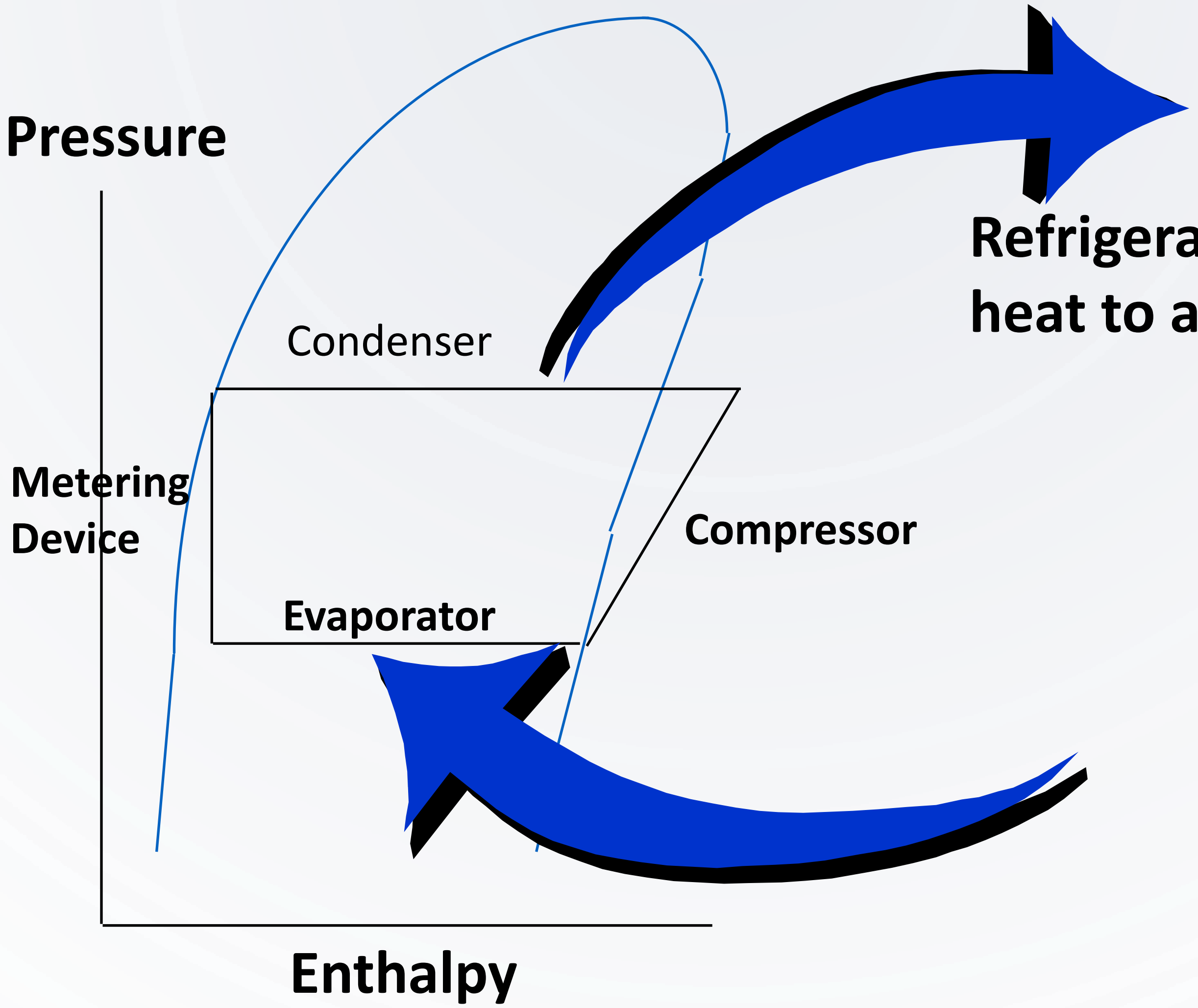

Air on
Inside of Wall
Wall
Air on
Outside of Wall
t_{indoor}
$t_{outdoor}$
$R_{convection} = 1/(h_{indoor}A)$
$R_{conduction} = L/(k_{wall}A)$
$R_{convection} = 1/(h_{outdoor}A)$

Figure 3-2. The Three Thermal Resistances to Heat Flow Through the Wall

PRESSURE - ENTHALPY CHART مخطط الضغط والمحتوى الحراري

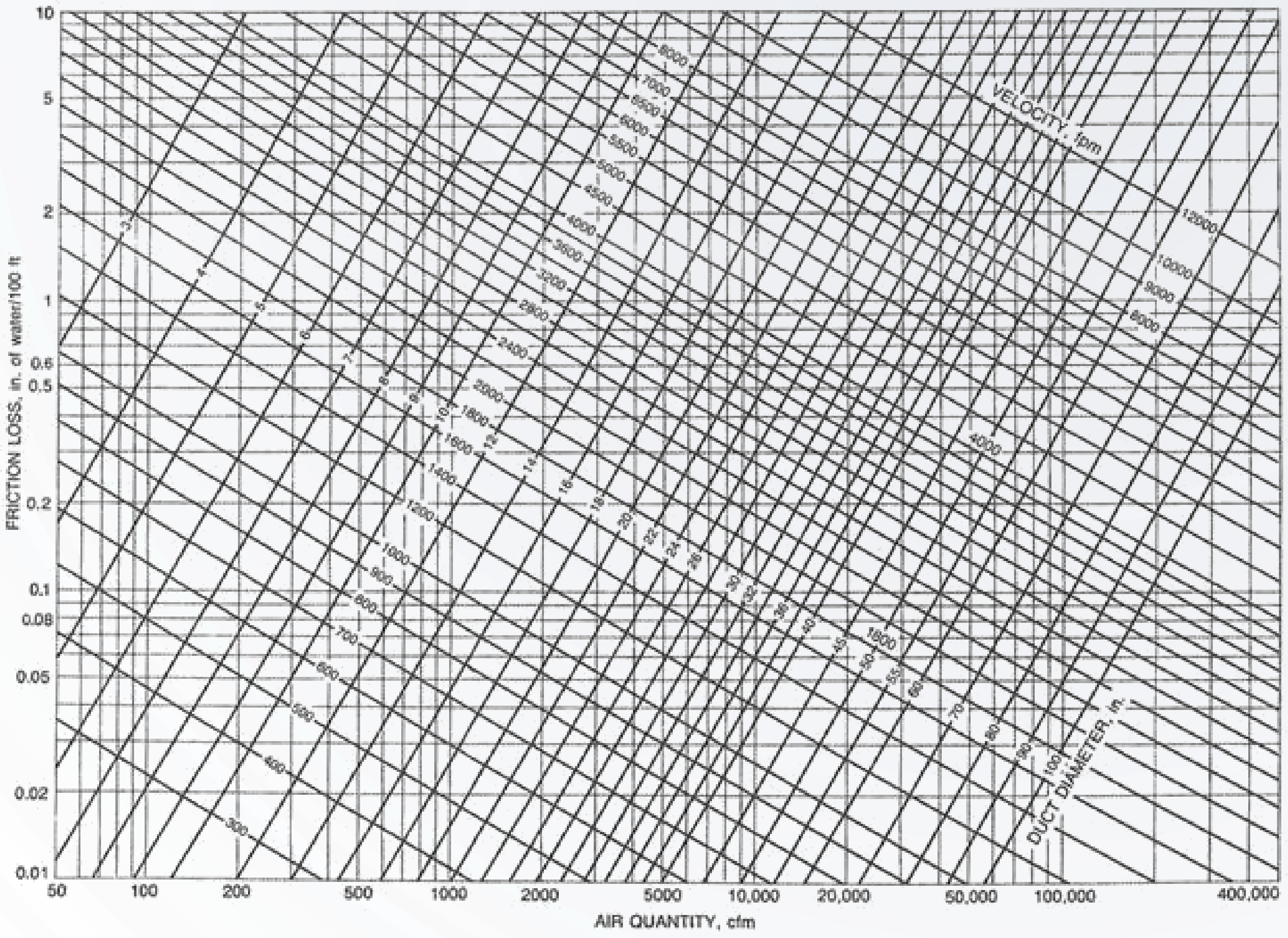


Refrigerant rejects heat to atmosphere

تصميم وتوزيع مجاري الهواء

The Duct Air distribution Designing

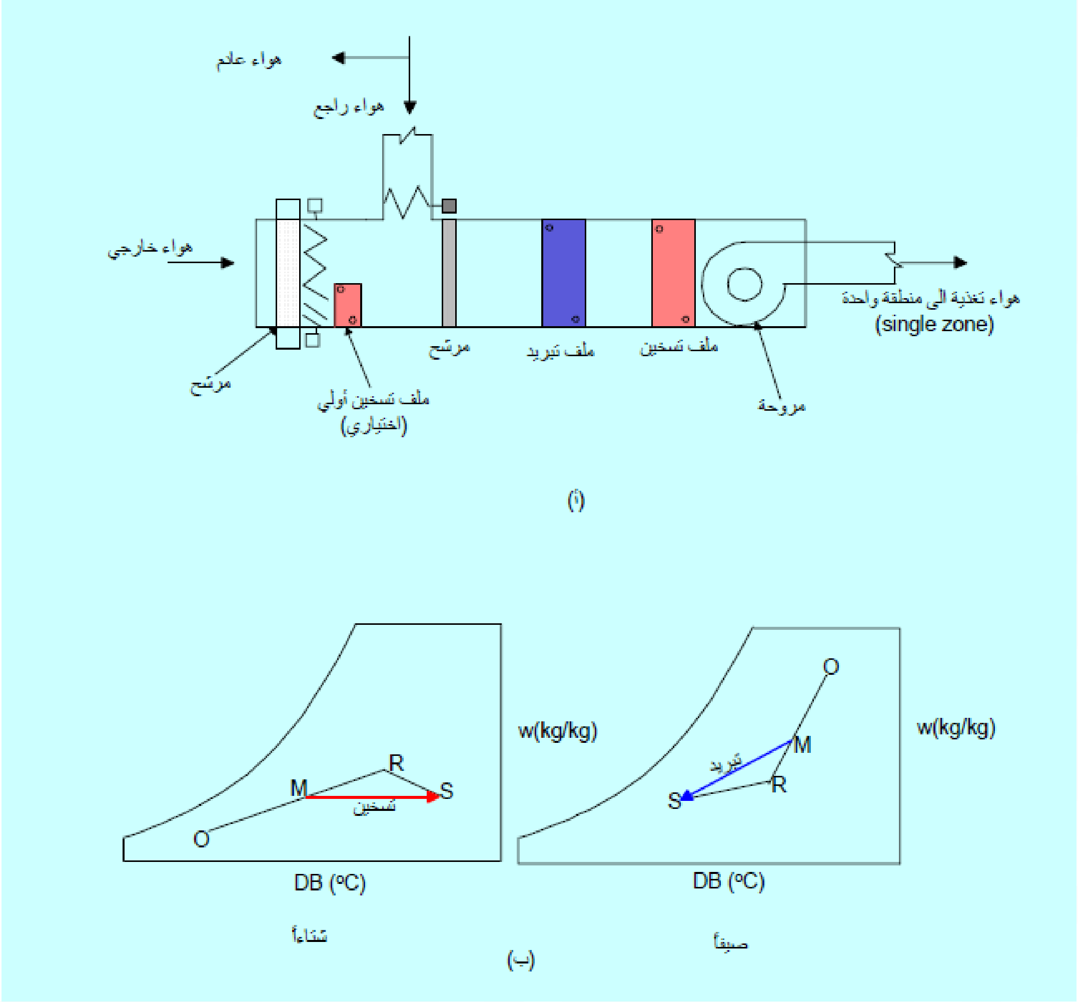
Ductwork sizing method طريقة احتساب مقاسات مجاري الهواء

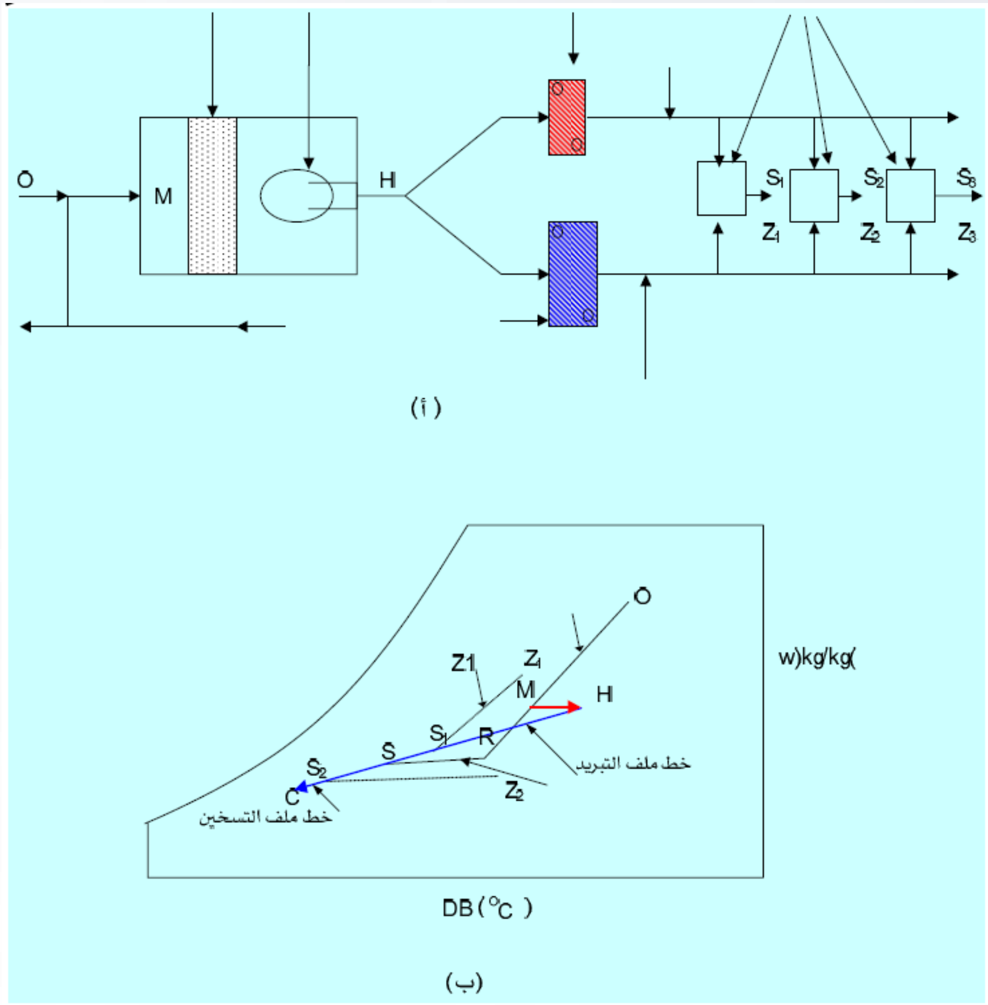


ASHRAE
www.ashrae.org
This Duct Size Calculator is intended for use as a quick reference tool for approximating duct sizes and equivalent sizes of sheet metal duct versus flexible duct. For more information please refer to the ASHRAE Handbook – Fundamentals chapter, Duct Design.
ADI
DUCT SIZE CALCULATOR
SI International System
INSTRUCTIONS:
ROUND SHEET METAL DUCT DIAMETER, mm
AIR QUANTITY, L/s
FRICTION LOSS, Pa/m
FLEX DUCT DIAMETER, mm
VELOCITY, m/s
RECTANGULAR AIR DUCT DIMENSIONS, mm
Flexible Duct at 30% Compression
7m
Flexible Duct at 15% Compression
8.5m
Flexible Duct at 4% Compression

نظام التكييف ذو مجرى واحد ونظام ثنائي وثلاثي

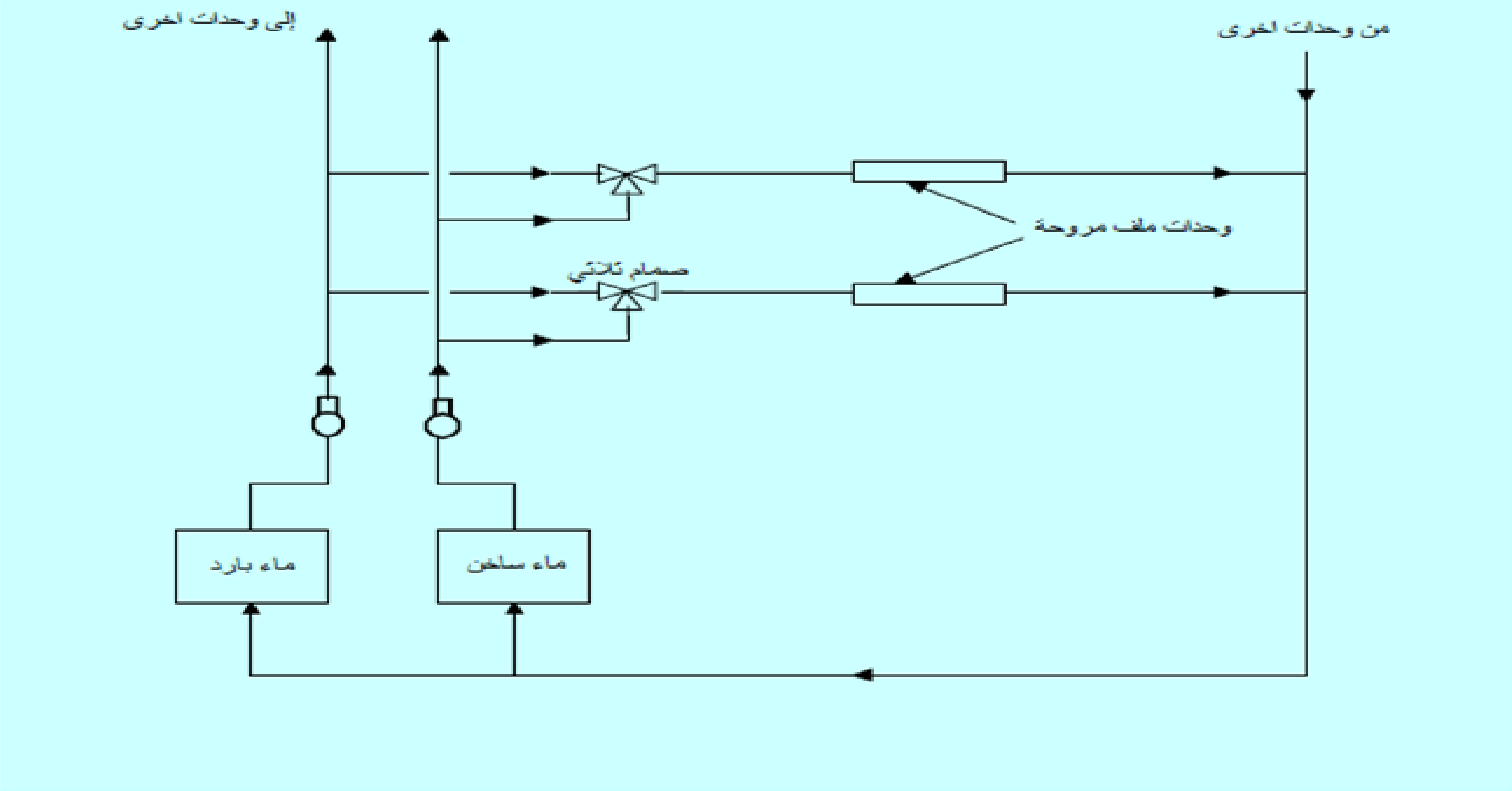
Single duct air conditioning system and dual & 3-way system





نظام التكييف ذو مجرى واحد ونظام ثنائي وثلاثي

Single duct air conditioning system and dual & 3-way system



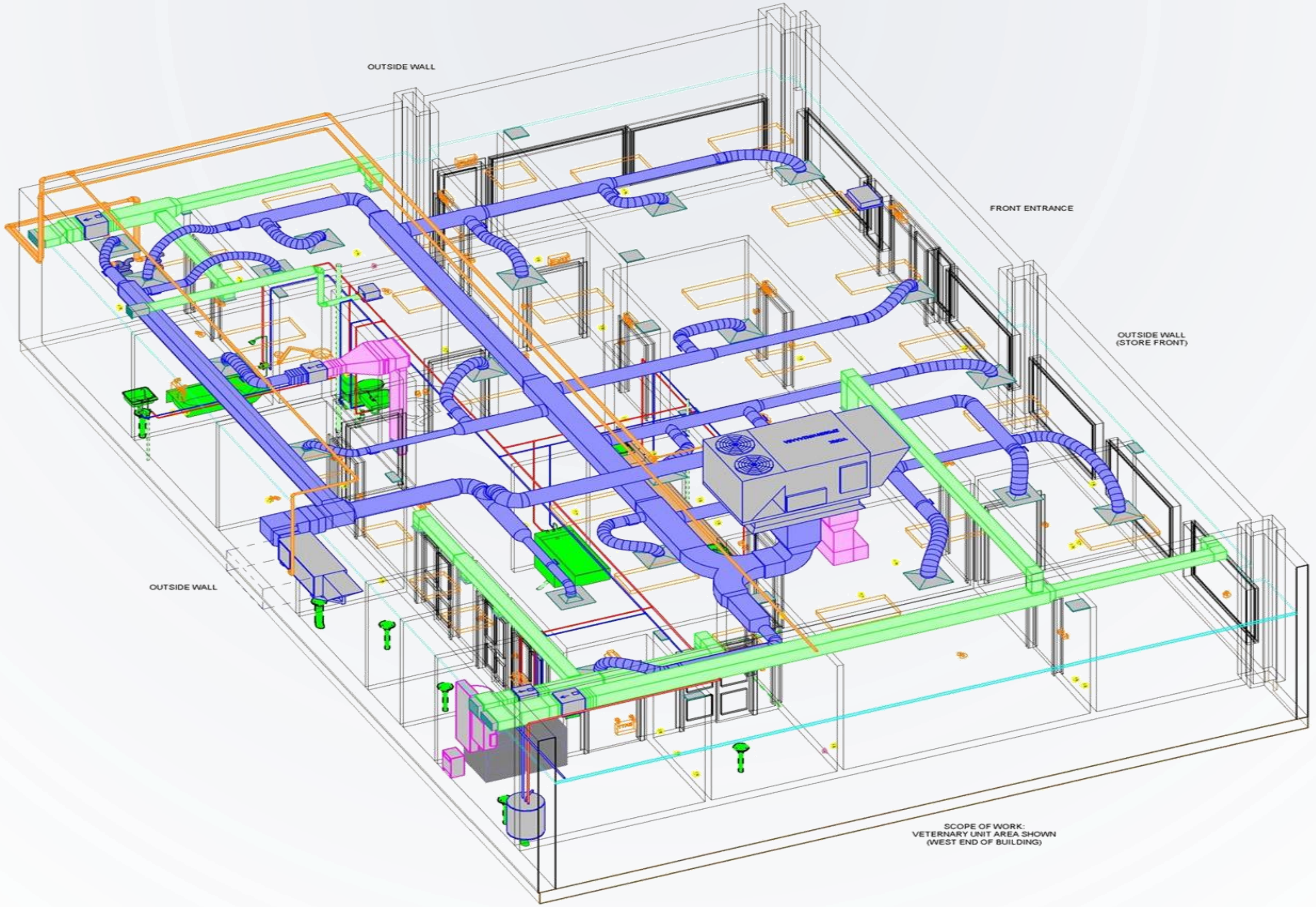
شكل (٢- ١٩): نظام ملف – مروحة ثلاثي الأنبوب

أعمال مجاري الهواء والمراوح

Fans and Ductwork

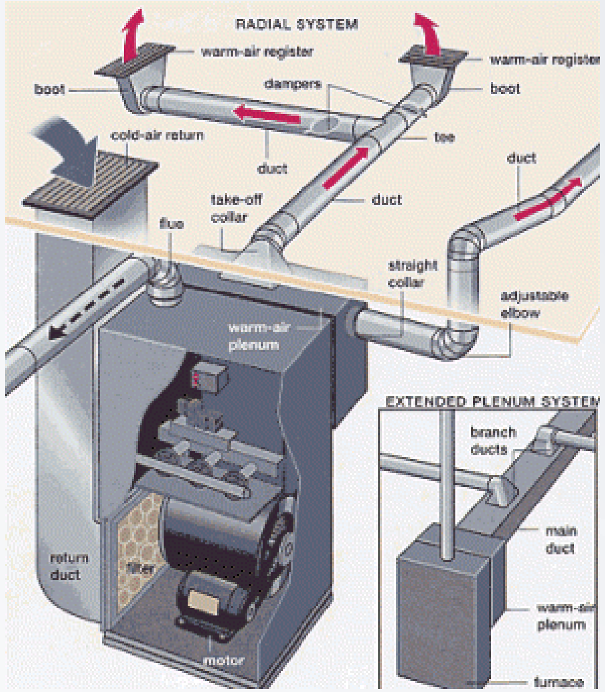
Ductwork & Equipment

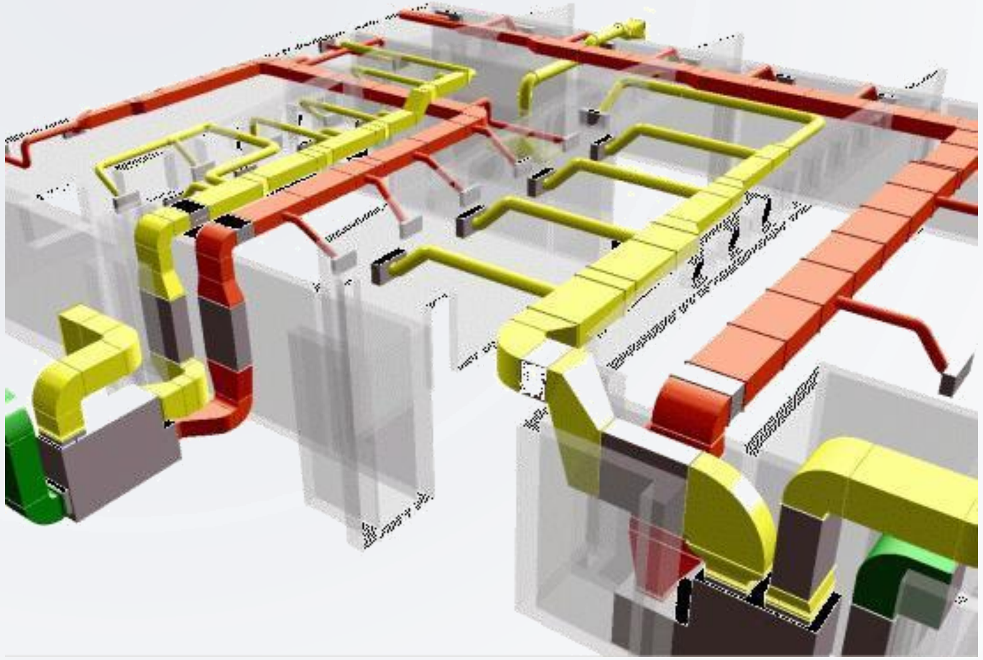
مجاري الهواء والاجهزة

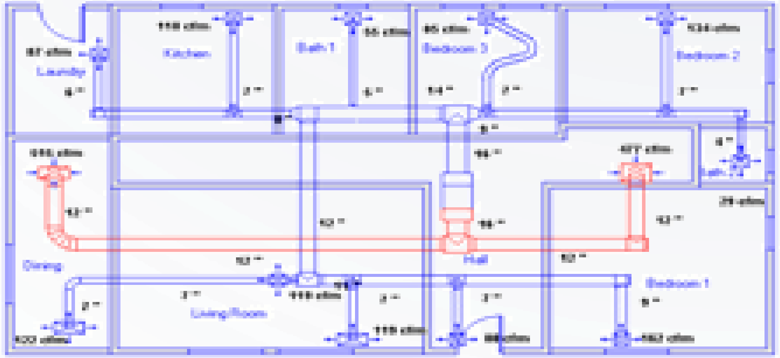


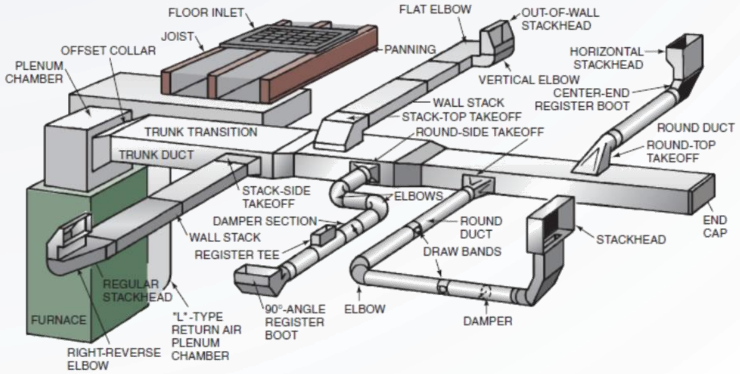
Ductwork & Equipment

مجاري الهواء والاجهزة



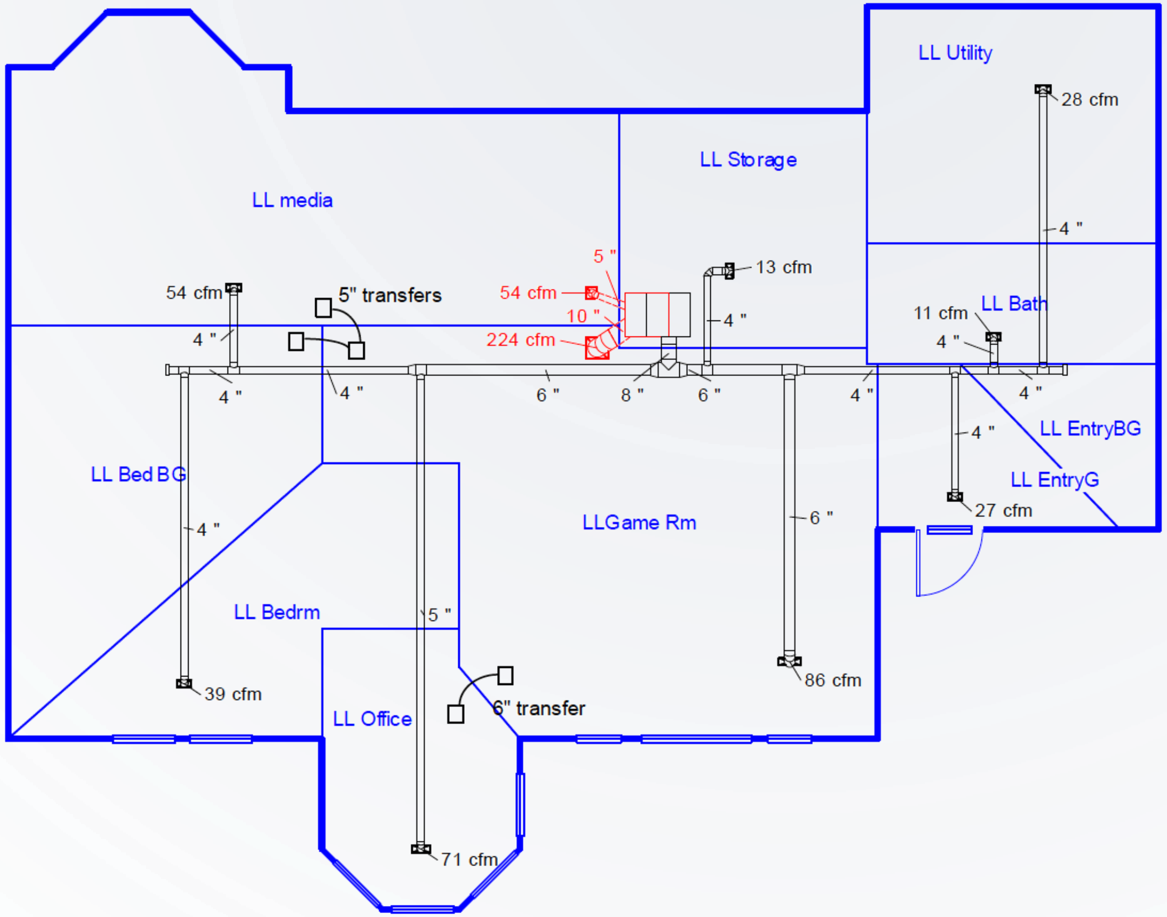


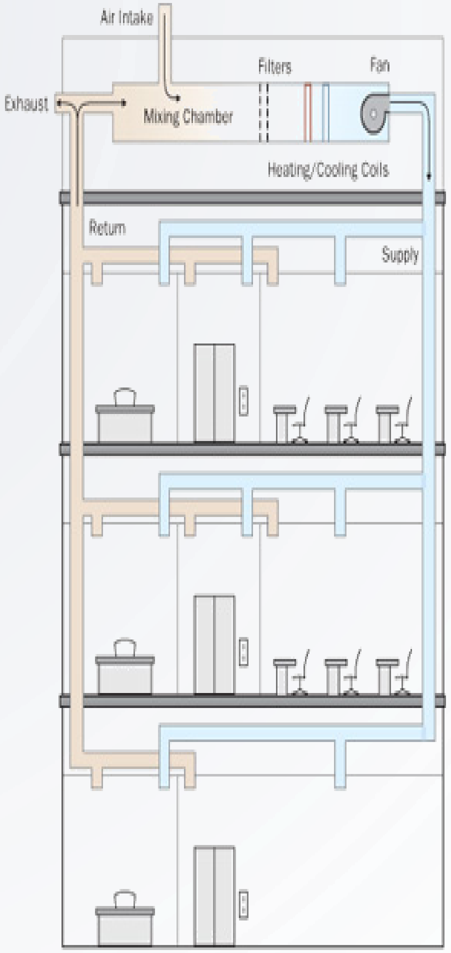




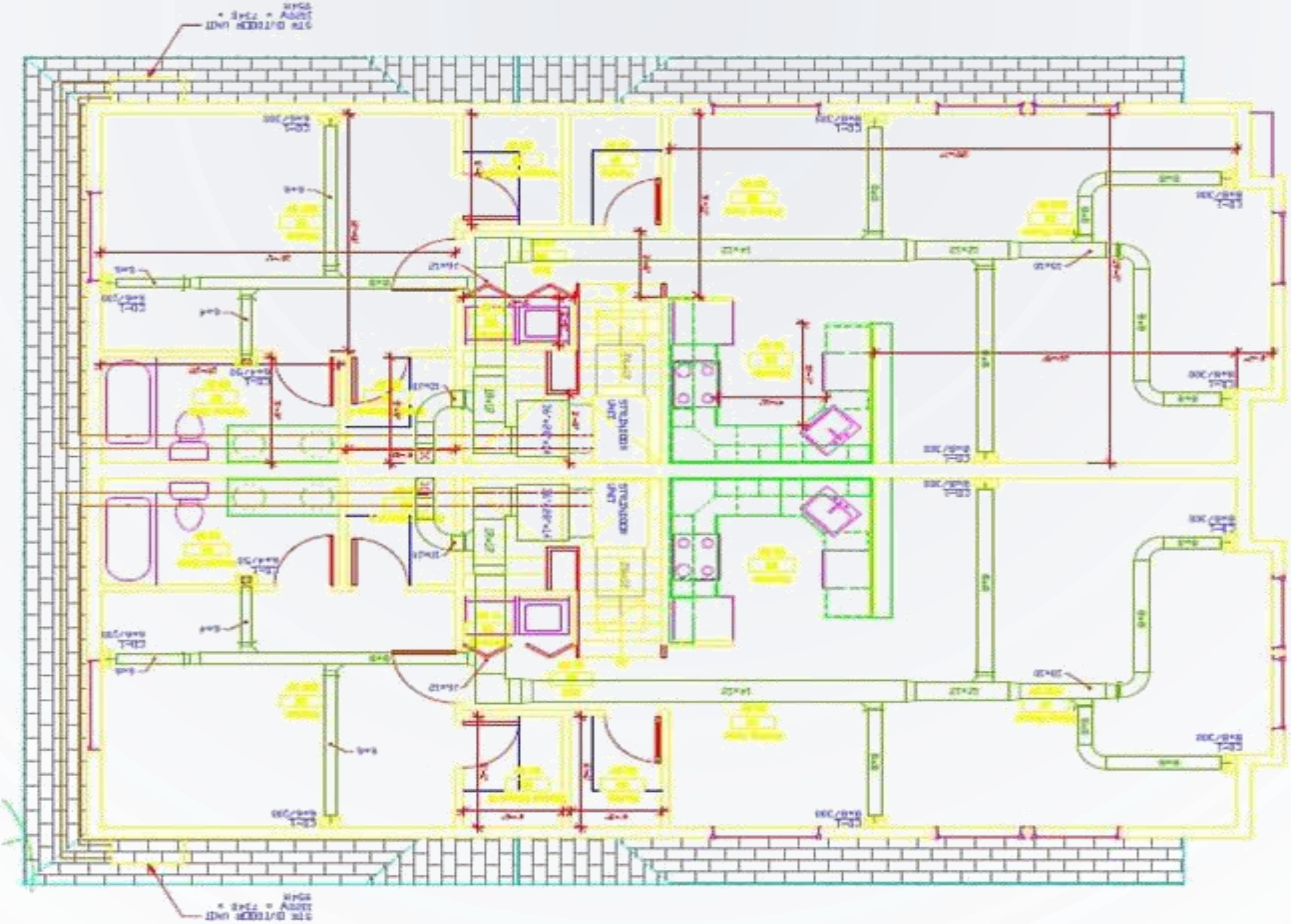
Ductwork & Equipment

مجاري الهواء والاجهزة



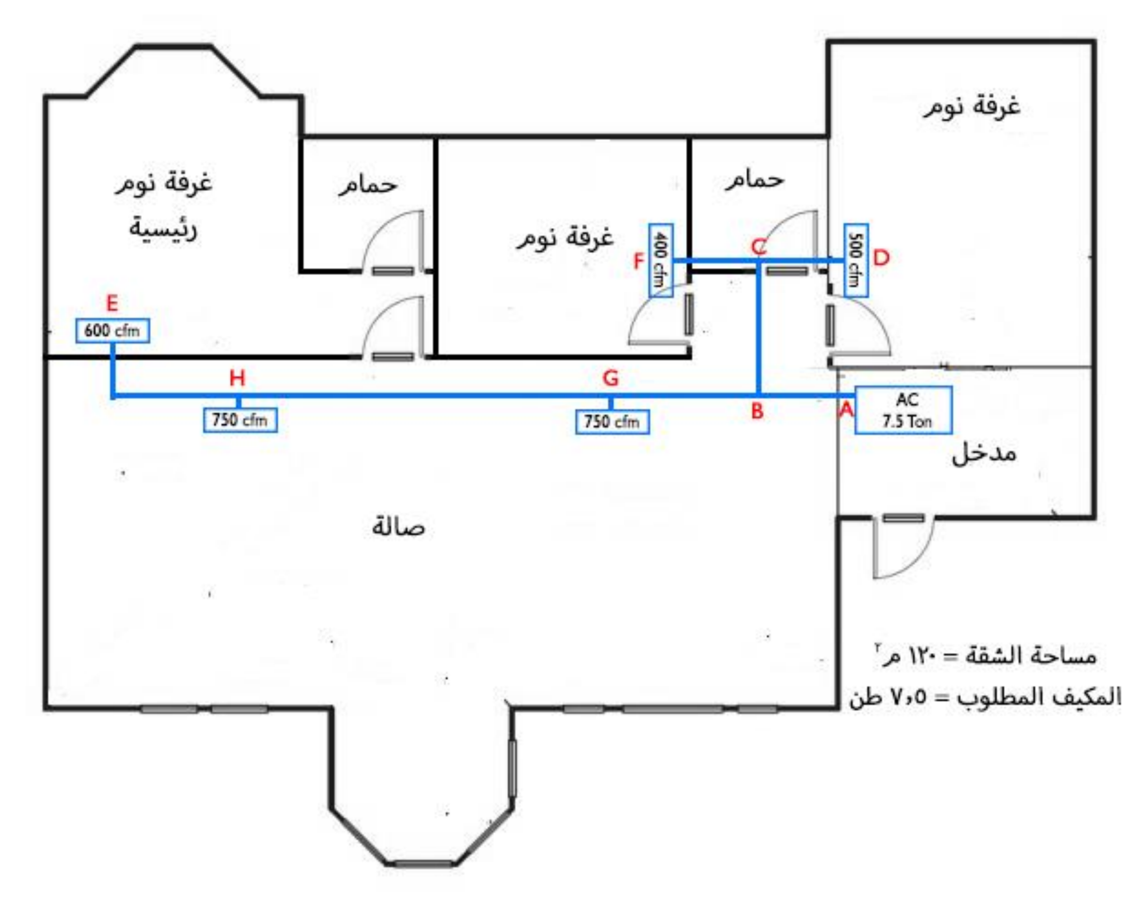


HVAC SYSTEM SCHEMATICS مخططات نظام التكييف والتبريد والتهوية



مثال لجهاز 7.5 طن يقوم بتكييف شقة مساحتها 120 م2 ، مكونة من 3 غرفة نوم وصالة استقبال

Example of a 7.5 Ton AC for an apartment of 120 m2, consisting of 3 bedrooms and a reception hall



Duct size from:
A-B = 24” x 16“
B-C = 10” x 16“
C-D = 10” x 10”
C-F = 9” x 10”
B-G = 16” x 20”
G-H = 16” x 18”
H-E = 10” x 12”

Total Friction Loss = 0.22”

Supply duct = 0.07 “
2 x 90 D Elbow = 0.06”
Diffuser = 0.09”

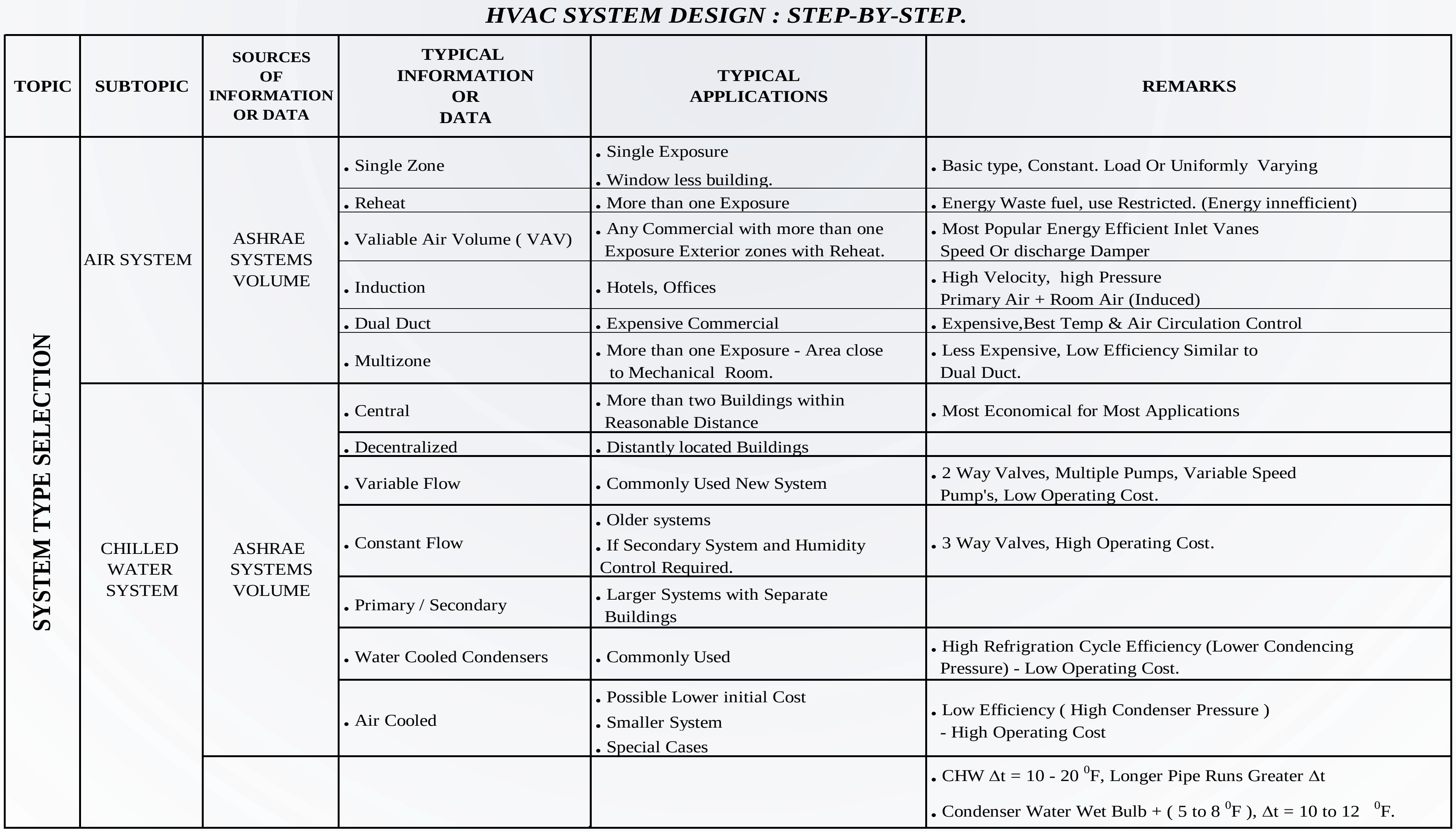
اختيار أنظمة وأجهزة التبريد والتدفئة والتهوية

Selecting HVAC Systems & Equipment

استخداماته في العمائر العالية والفنادق والمجمعات السكنية والمكاتب
والبنوك والمطارات والدوائر الحكومية والأهلية الكبيرة

Used in the High-rise Residential offices, Buildings, Hotels , Airports and large Gov. & Private Facilities

اختيار أنظمة التبريد بالهواء أو الماء والتدفئة المركزية



HVAC SYSTEM DESIGN : STEP-BY-STEP.

TOPIC	SUBTOPIC	SOURCES OF INFORMATION OR DATA	TYPICAL INFORMATION OR DATA	TYPICAL APPLICATIONS	REMARKS
SYSTEM TYPE SELECTION	AIR SYSTEM	ASHRAE SYSTEMS VOLUME	. Single Zone	. Single Exposure . Window less building.	. Basic type, Constant. Load Or Uniformly Varying
			. Reheat	. More than one Exposure	. Energy Waste fuel, use Restricted. (Energy innefficient)
			. Valiable Air Volume (VAV)	. Any Commercial with more than one Exposure Exterior zones with Reheat.	. Most Popular Energy Efficient Inlet Vanes Speed Or discharge Damper
			. Induction	. Hotels, Offices	. High Velocity, high Pressure Primary Air + Room Air (Induced)
			. Dual Duct	. Expensive Commercial	. Expensive,Best Temp & Air Circulation Control
			. Multizone	. More than one Exposure - Area close to Mechanical Room.	. Less Expensive, Low Efficiency Similar to Dual Duct.
	CHILLED WATER SYSTEM	ASHRAE SYSTEMS VOLUME	. Central	. More than two Buildings within Reasonable Distance	. Most Economical for Most Applications
			. Decentralized	. Distantly located Buildings	
			. Variable Flow	. Commonly Used New System	. 2 Way Valves, Multiple Pumps, Variable Speed Pump's, Low Operating Cost.
			. Constant Flow	. Older systems . If Secondary System and Humidity Control Required.	. 3 Way Valves, High Operating Cost.
			. Primary / Secondary	. Larger Systems with Separate Buildings	
			. Water Cooled Condensers	. Commonly Used	. High Refrigration Cycle Efficiency (Lower Condencing Pressure) - Low Operating Cost.
			. Air Cooled	. Possible Lower initial Cost . Smaller System . Special Cases	. Low Efficiency (High Condenser Pressure) - High Operating Cost
					. CHW Δt = 10 - 20 ^{0}F, Longer Pipe Runs Greater Δt . Condenser Water Wet Bulb + (5 to 8 ^{0}F), Δt = 10 to 12 ^{0}F.

High-resolution table version: https://bit.ly/2MbzpyC نسخة الجدول بدقة عالية:

اختيار أنظمة التكييف والتدفئة والتهوية - تكملة

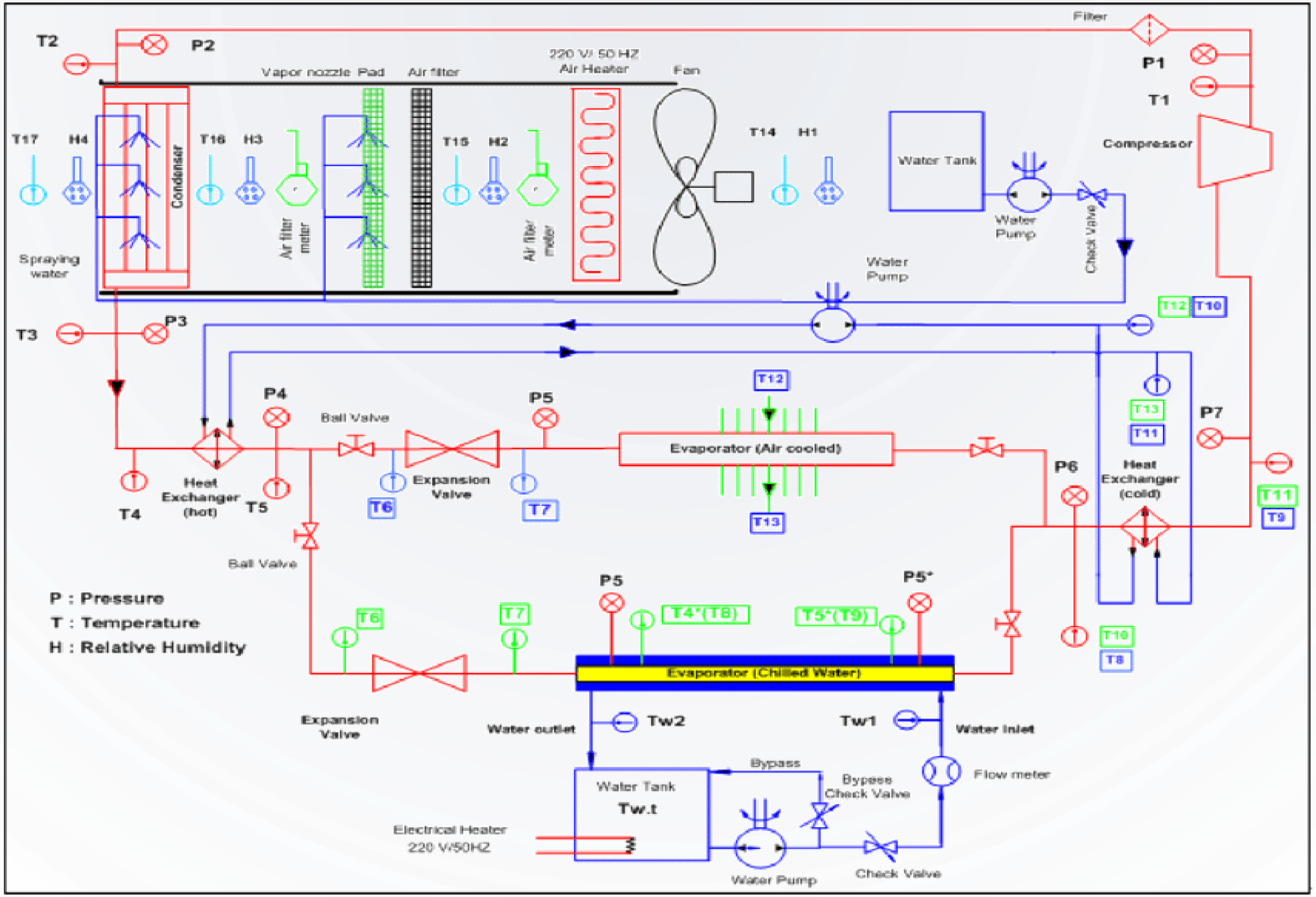
HVAC SYSTEM DESIGN : STEP-BY-STEP.

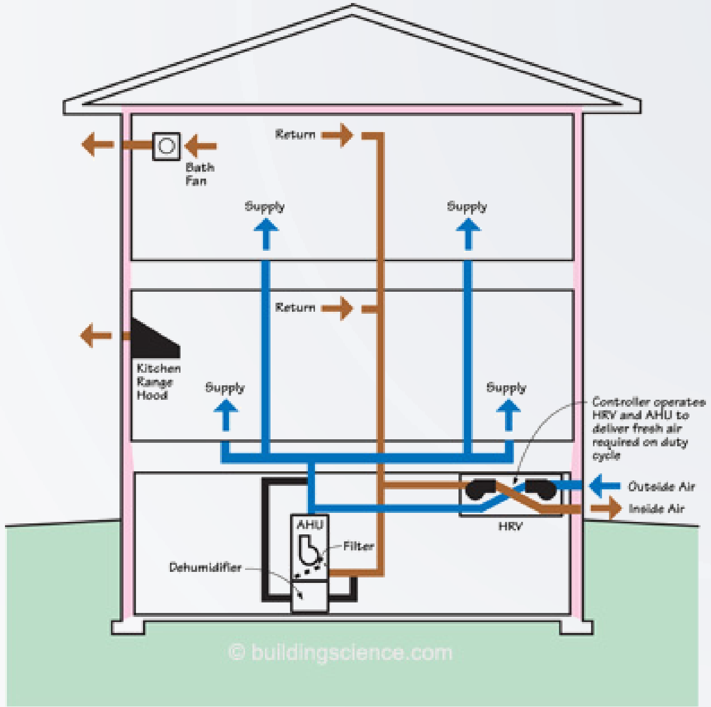
TOPIC	SUBTOPIC	SOURCES OF INFORMATION OR DATA	TYPICAL INFORMATION OR DATA	TYPICAL APPLICATION	REMARKS
SYSTEM TYPE SELECTION CONTINUTION	HEATING	ASHRAE - Systems Volume	. Electric Resistence	. Mild & Warm Climates . VAV with Reheat. . Baseboard Heating	. Low First Cost . High Operating Cost, Unless Low Electric Rates
			. Hot Water	. Colder Climates . Commounly Used	. Variable Flow with 2-Way Valves, New 3 - Way & Const, Older Systems . Water Temp. Control From OA Temp (1)
			. Steam	. Colder Climates . Industrial Applications	. Costly to Maintain
			. Natural Gas	. Low First Cost . Industrial Applications . Retrofit Work	. Furnaces must be Vented
			. Radiant - Natural Gas Or Electric	. High Roof . Shops, Plants,Warehouses. etc....	

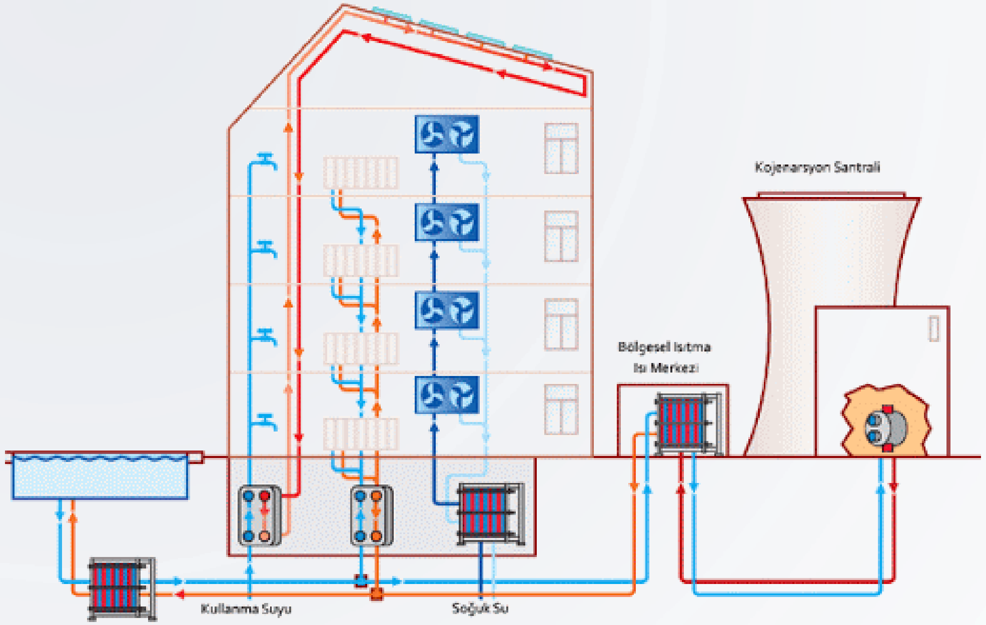
(1) OA - OUTDOOR AIR

High-resolution table version: https://bit.ly/2MbzpyC نسخة الجدول بدقة عالية:

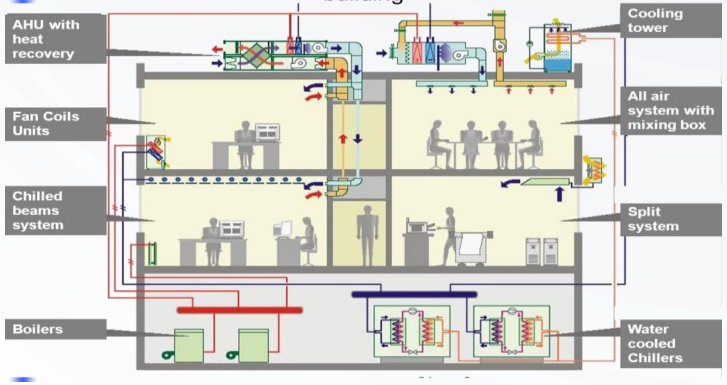
HVAC SYSTEM SCHEMATICS مخططات نظام التكييف والتبريد والتهوية

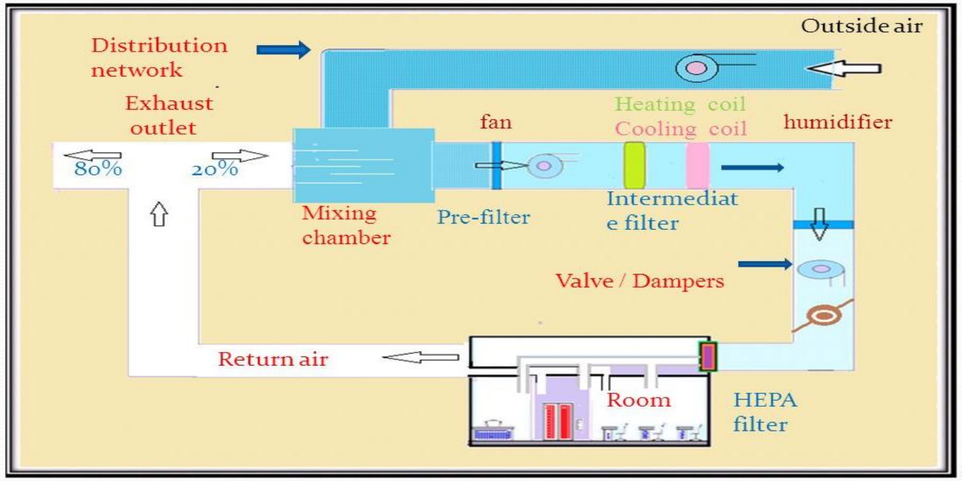






Different air conditioning components and systems in an office building





الأنظمـــــة الأساسية لأجهزة تكييـــف الهـــواء

Equipment's for the main Air Conditioning System

Many Air-conditioning, Heating & Ventilating System – Such as:

- Window Type Unit.
- Split System.
- Roof Top Package Units.
- Split Duct System.
- Chillers.
- DX System.
- Heating, using same above system.
- Ventilating.

أنواع كثيرة من أنظمة التكييف والتهوية والتدفئة فعلى سبيل المثال:

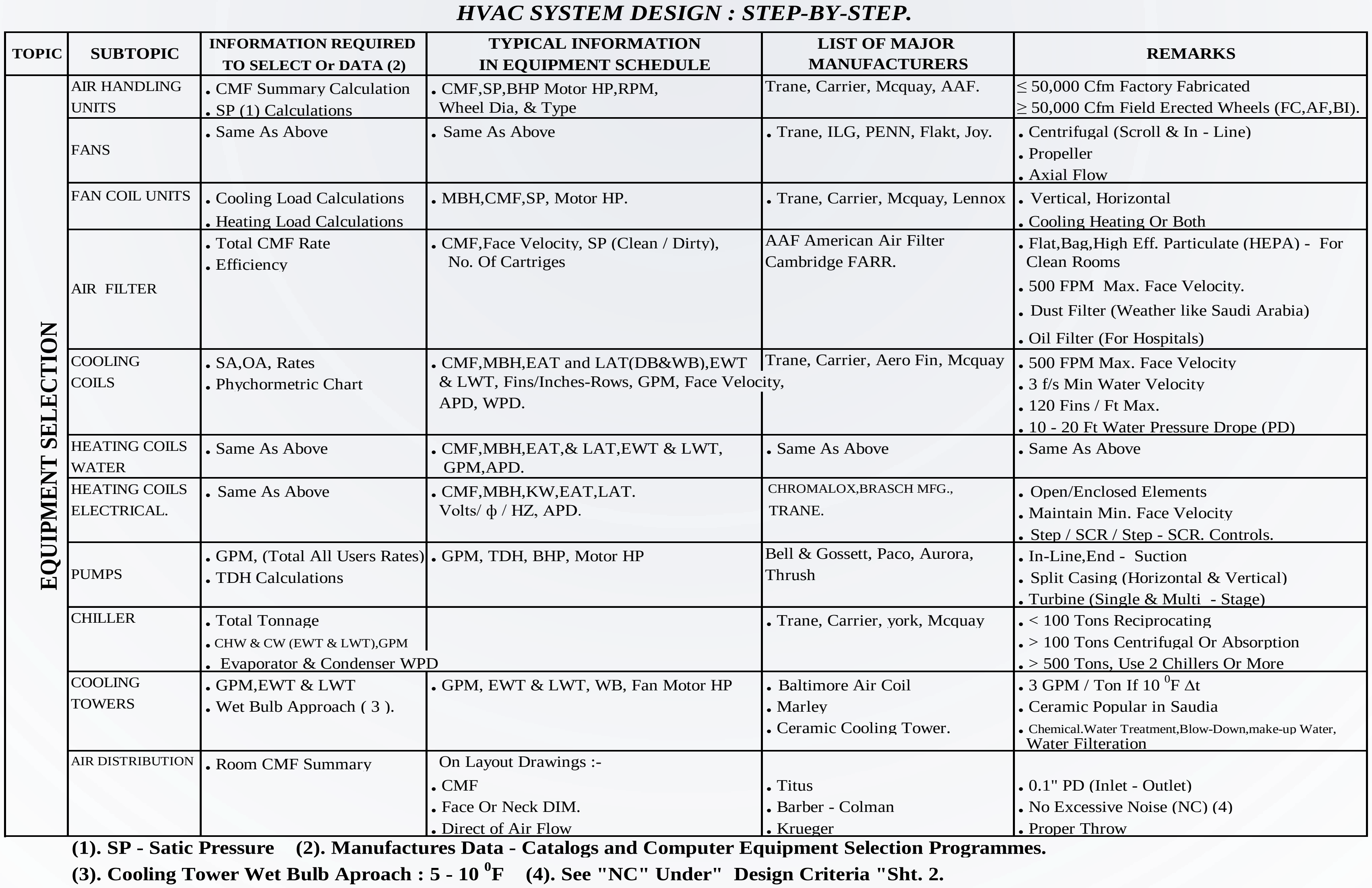
- أجهزة الشبابيك.
- الأجهزة المنفصلة.
- الأجهزة المركزية المجمعة.
- الأجهزة المركزية المنفصلة.
- وحدات التبريد المركزية.
- وحدات التبريد المنفصلة.
- وحدات التدفئة باستخدام الأجهزة أعلاه.
- وحدات التهوية.

المميزات والسلبيات لأنظمة التكييف

AC System Advantages & Disadvantages

المميزات و السلبيات Advantages & Disadvantages	أجهزة الشبابيك Window Type Unit	الأجهزة المنفصلة Split System	الأجهزة المركزية المنفصلة Split Duct System	الأجهزة المركزية المجمعة Package System	وحدات التبريد المركزية Chillers
Size حجم الجهاز	Small	Medium	Medium	Medium	Large
Initial Cost التكلفة المبدئية	Low	Medium	Medium	Medium	High
Operating Cost التكلفة التشغيلية	Medium	Medium	Medium	Medium	Low
Maintenance الصيانة	Low	Medium	Medium	Medium	Low
Electrical Conump. الاستهلاك الكهربائي	High	High	Medium	Medium	Low
Noise الضجيج	High	Medium	Medium	Low	Low
Fresh Air Control التحكم في الهواء الخارجي	No	No	Yes	Yes	Yes
Air Circulation التحكم في تدوير الهواء	No	No	Yes	Yes	Yes

اختيار معدات وأجهزة التكييف والتدفئة والتهوية المركزية



HVAC SYSTEM DESIGN : STEP-BY-STEP.

TOPIC	SUBTOPIC	INFORMATION REQUIRED TO SELECT Or DATA (2)	TYPICAL INFORMATION IN EQUIPMENT SCHEDULE	LIST OF MAJOR MANUFACTURERS	REMARKS
EQUIPMENT SELECTION	AIR HANDLING UNITS	. CMF Summary Calculation . SP (1) Calculations	. CMF,SP,BHP Motor HP,RPM, Wheel Dia, & Type	Trane, Carrier, Mcquay, AAF.	≤ 50,000 Cfm Factory Fabricated ≥ 50,000 Cfm Field Erected Wheels (FC,AF,BI).
	FANS	. Same As Above	. Same As Above	. Trane, ILG, PENN, Flakt, Joy.	. Centrifugal (Scroll & In - Line) . Propeller . Axial Flow
	FAN COIL UNITS	. Cooling Load Calculations . Heating Load Calculations	. MBH,CMF,SP, Motor HP.	. Trane, Carrier, Mcquay, Lennox	. Vertical, Horizontal . Cooling Heating Or Both
	AIR FILTER	. Total CMF Rate . Efficiency	. CMF,Face Velocity, SP (Clean / Dirty), No. Of Cartriges	AAF American Air Filter Cambridge FARR.	. Flat,Bag,High Eff. Particulate (HEPA) - For Clean Rooms . 500 FPM Max. Face Velocity. . Dust Filter (Weather like Saudi Arabia) . Oil Filter (For Hospitals)
	COOLING COILS	. SA,OA, Rates . Phychormetric Chart	. CMF,MBH,EAT and LAT(DB&WB),EWT & LWT, Fins/Inches-Rows, GPM, Face Velocity, APD, WPD.	Trane, Carrier, Aero Fin, Mcquay	. 500 FPM Max. Face Velocity . 3 f/s Min Water Velocity . 120 Fins / Ft Max. . 10 - 20 Ft Water Pressure Drope (PD)
	HEATING COILS WATER	. Same As Above	. CMF,MBH,EAT,& LAT,EWT & LWT, GPM,APD.	. Same As Above	. Same As Above
	HEATING COILS ELECTRICAL.	. Same As Above	. CMF,MBH,KW,EAT,LAT. Volts/ ϕ / HZ, APD.	CHROMALOX,BRASCH MFG., TRANE.	. Open/Enclosed Elements . Maintain Min. Face Velocity . Step / SCR / Step - SCR. Controls.
	PUMPS	. GPM, (Total All Users Rates) . TDH Calculations	. GPM, TDH, BHP, Motor HP	Bell & Gossett, Paco, Aurora, Thrush	. In-Line,End - Suction . Split Casing (Horizontal & Vertical) . Turbine (Single & Multi - Stage)
	CHILLER	. Total Tonnage . CHW & CW (EWT & LWT),GPM . Evaporator & Condenser WPD		. Trane, Carrier, york, Mcquay	. < 100 Tons Reciprocating . > 100 Tons Centrifugal Or Absorption . > 500 Tons, Use 2 Chillers Or More
	COOLING TOWERS	. GPM,EWT & LWT . Wet Bulb Approach (3).	. GPM, EWT & LWT, WB, Fan Motor HP	. Baltimore Air Coil . Marley . Ceramic Cooling Tower.	. 3 GPM / Ton If 10 ^{0}F Δt . Ceramic Popular in Saudia . Chemical.Water Treatment,Blow-Down,make-up Water, Water Filteration
	AIR DISTRIBUTION	. Room CMF Summary	On Layout Drawings :- . CMF . Face Or Neck DIM. . Direct of Air Flow	. Titus . Barber - Colman . Krueger	. 0.1" PD (Inlet - Outlet) . No Excessive Noise (NC) (4) . Proper Throw

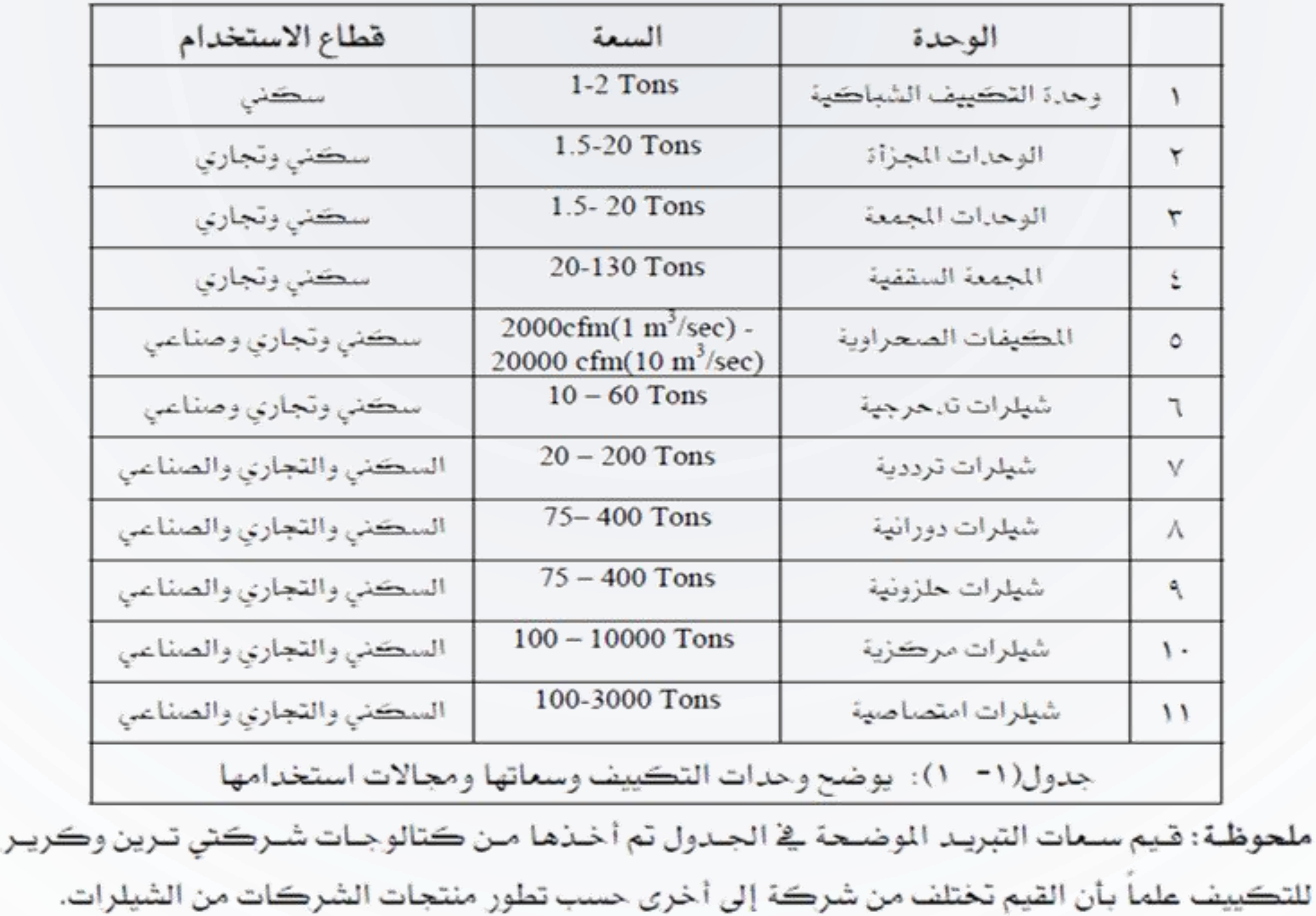
(1). SP - Satic Pressure (2). Manufactures Data - Catalogs and Computer Equipment Selection Programmes.

(3). Cooling Tower Wet Bulb Aproach : 5 - 10 ^{0}F (4). See "NC" Under" Design Criteria "Sht. 2.

High-resolution table version: https://bit.ly/2MbzpyC نسخة الجدول بدقة عالية:

استخدامات أجهزة التكييف حسب السعة

Air Conditioners Uses according to the capacity



	الوحدة	السعة	قطاع الاستخدام
١	وحدة التكييف الشباكية	1-2 Tons	سكني
٢	الوحدات المجزأة	1.5-20 Tons	سكني وتجاري
٣	الوحدات المجمعة	1.5- 20 Tons	سكني وتجاري
٤	المجمعة السقفية	20-130 Tons	سكني وتجاري
٥	المكيفات الصحراوية	2000cfm(1 m^3/sec) - 20000 cfm(10 m^3/sec)	سكني وتجاري وصناعي
٦	شيلرات تدحرجية	10 – 60 Tons	سكني وتجاري وصناعي
٧	شيلرات ترددية	20 – 200 Tons	السكني والتجاري والصناعي
٨	شيلرات دورانية	75– 400 Tons	السكني والتجاري والصناعي
٩	شيلرات حلزونية	75 – 400 Tons	السكني والتجاري والصناعي
١٠	شيلرات مركزية	100 – 10000 Tons	السكني والتجاري والصناعي
١١	شيلرات امتصاصية	100-3000 Tons	السكني والتجاري والصناعي

جدول(١- ١): يوضح وحدات التكييف وسعاتها ومجالات استخدامها

ملحوظة: قيم سعات التبريد الموضحة في الجدول تم أخذها من كتالوجات شركتي ترين وكرير للتكييف علماً بأن القيم تختلف من شركة إلى أخرى حسب تطور منتجات الشركات من الشيلرات.

أمثلة لأنواع أجهزة التكييف والتدفئة والتهوية

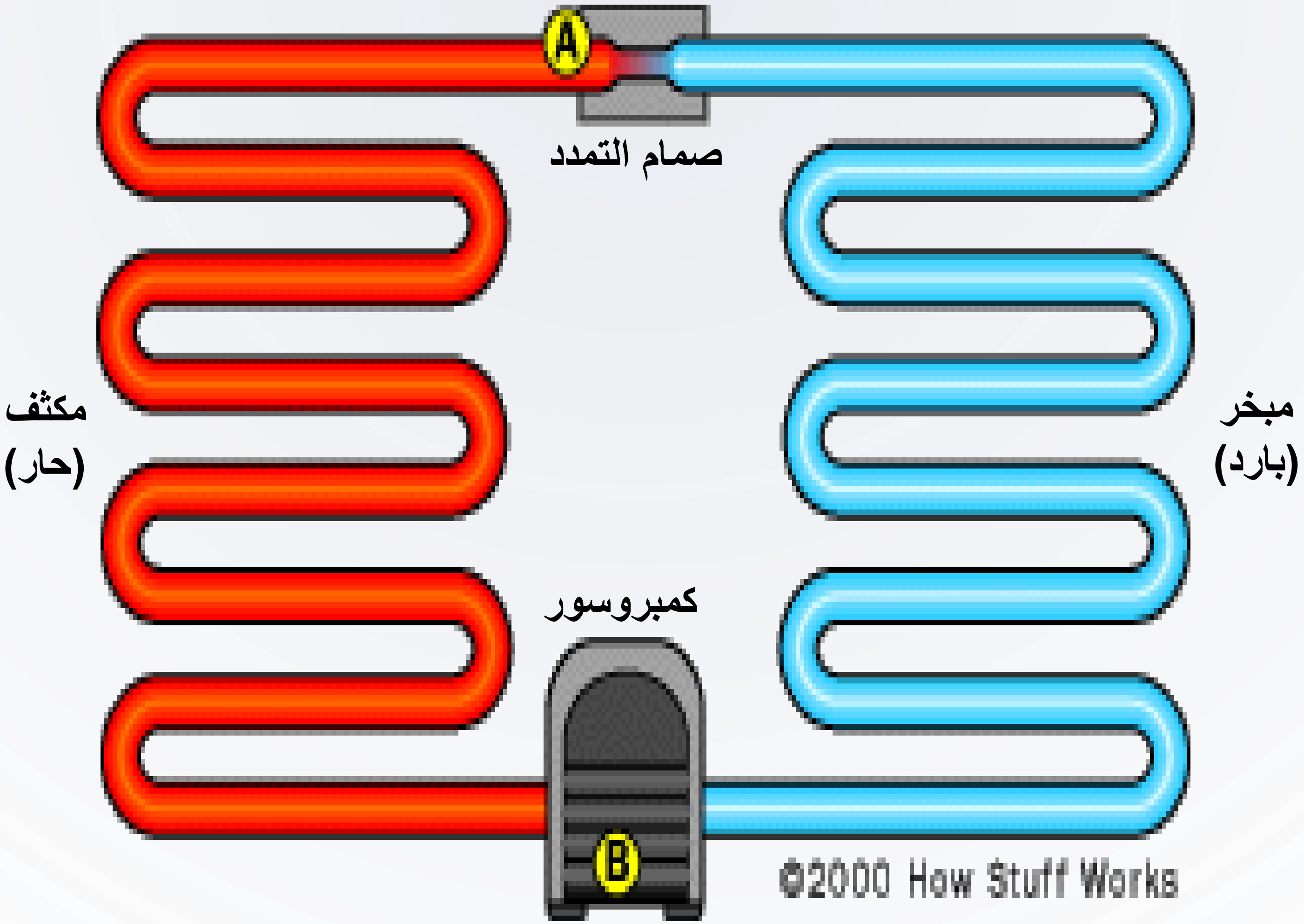
Example Types of air conditioning, heating and ventilation equipment

دورة جهاز التبريد

The cooling Unit cycle

دورة جهاز مكيف الهواء

Diagram of a typical air conditioner



A – Expansion Valve

B – Compressor

مكونات دورة التبريد

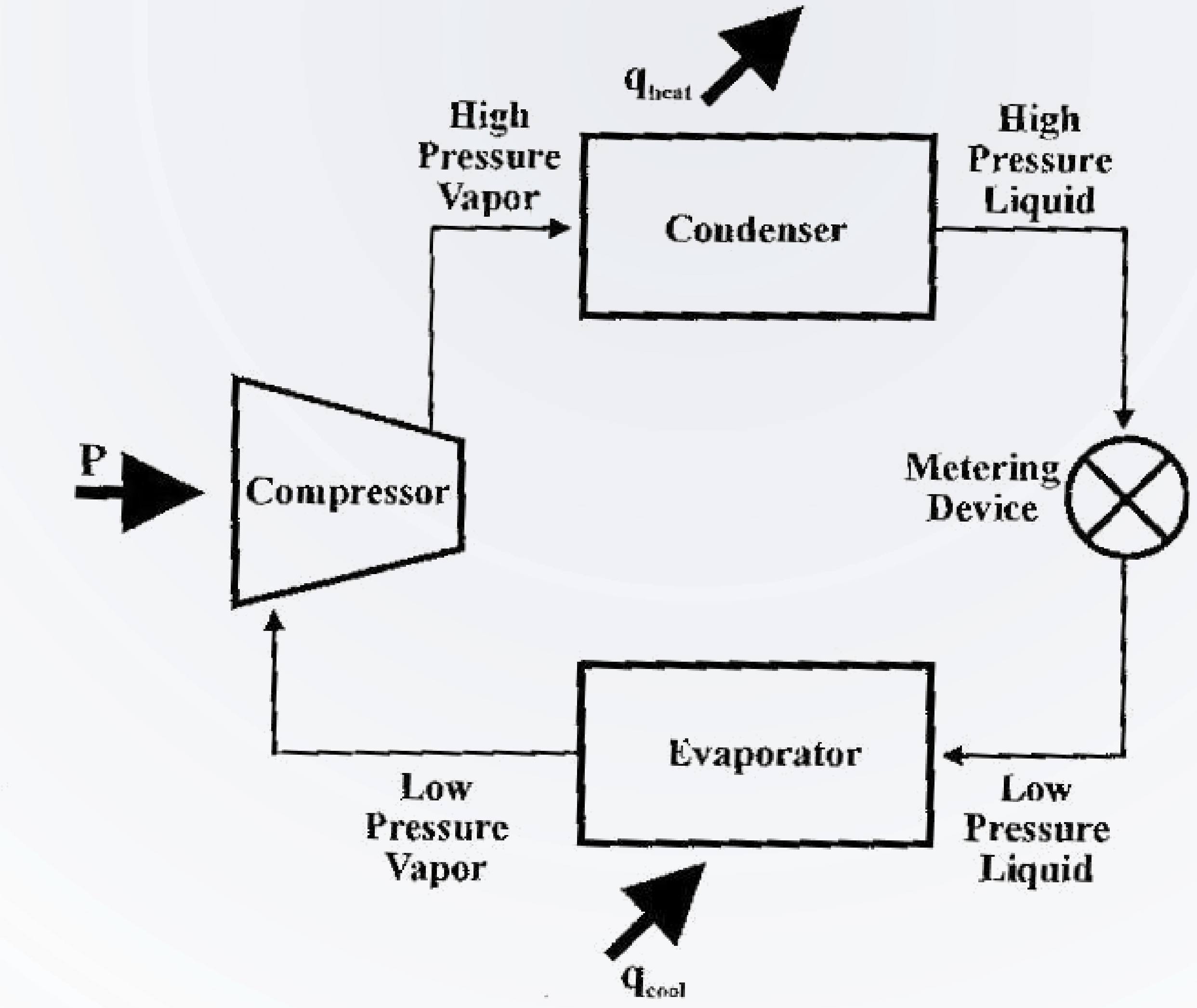


Figure 6-2. Components in a Vapor-Compression Refrigeration Cycle

وحدات الشبـــابيك

Window Type Units

استخداماته في شقق العمائر السكنية ومكاتب المواقع التنفيذية الجاهزة

Used in the Bldg. Apartment and Construction Portable Cabins

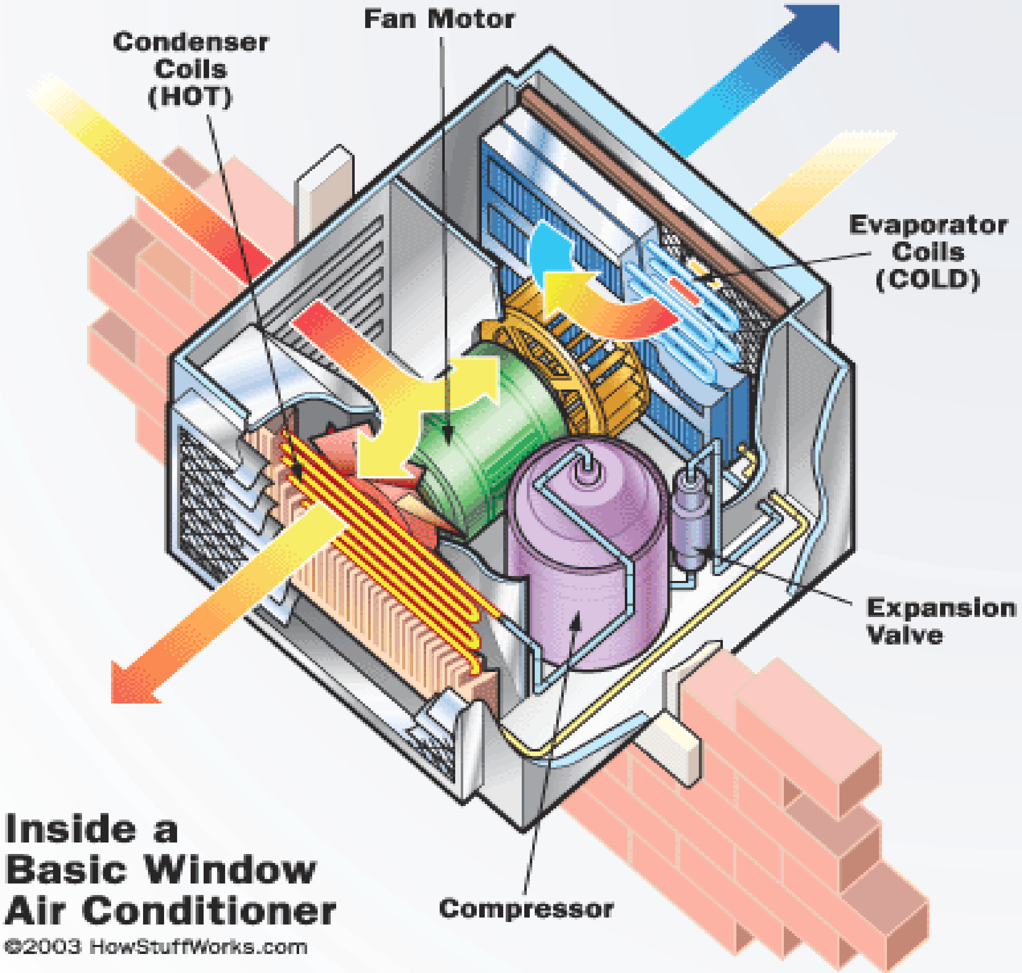
A window AC unit

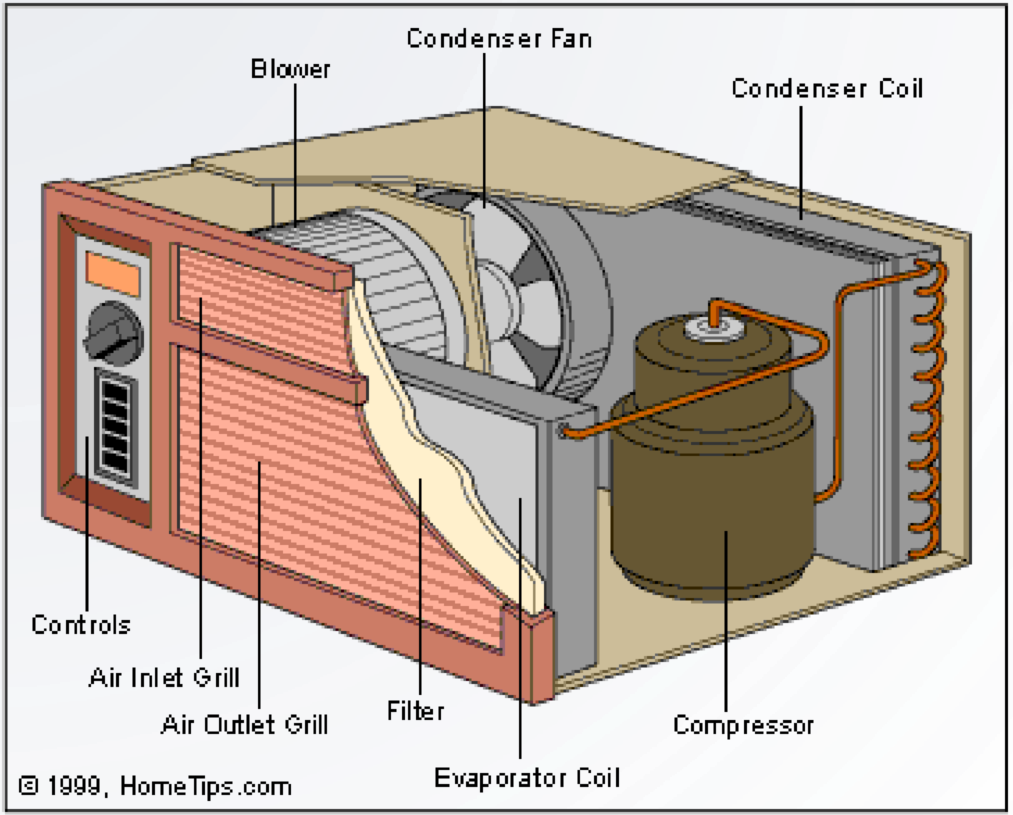
جهاز التكييف للشباك

Front Side أمام

Back side خلف

المكونات الأساسية لمكيف الشباك





مبخر (بارد)، كمبريسور، مكثف (حار)، صمام التمدد ، ومراوح

وحدات الأجهزة المنفصلة
Split System units

استخداماته في الشقق والعمائر السكنية وبعض الفيلل والمكاتب

Used in the Bldg. Apartment, Villas and Offices

مكثف وكمبريسور الأجهزة المنفصلة

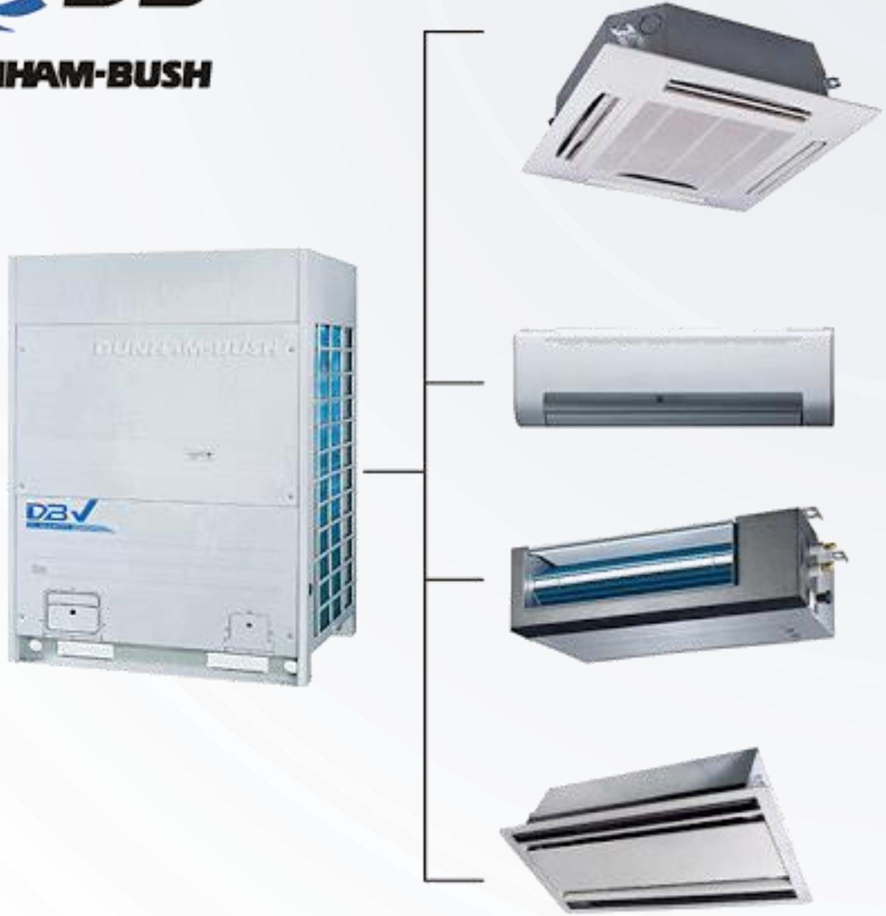
Condenser & Compressor Of Split AC

yonan.en.alibaba.com

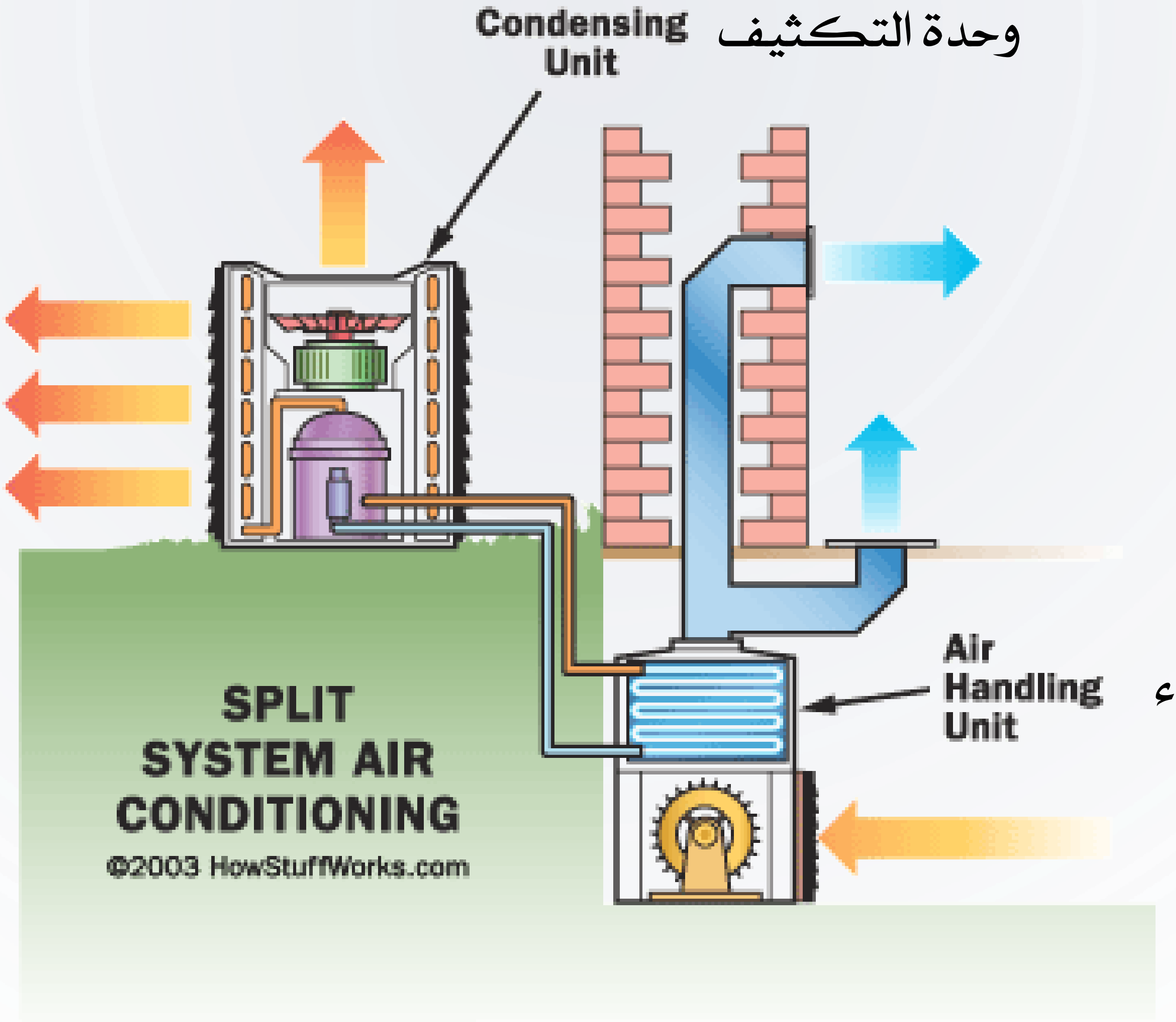
© 2002 HowStuffWorks

FREE STAND UNIT (FX)

وحدات تبريد منفصلة ومنفردة



جهاز التكييف المنفصل



وحدة التكثيف

وحدة مناولة الهواء

وحدات المركزية المجمعة

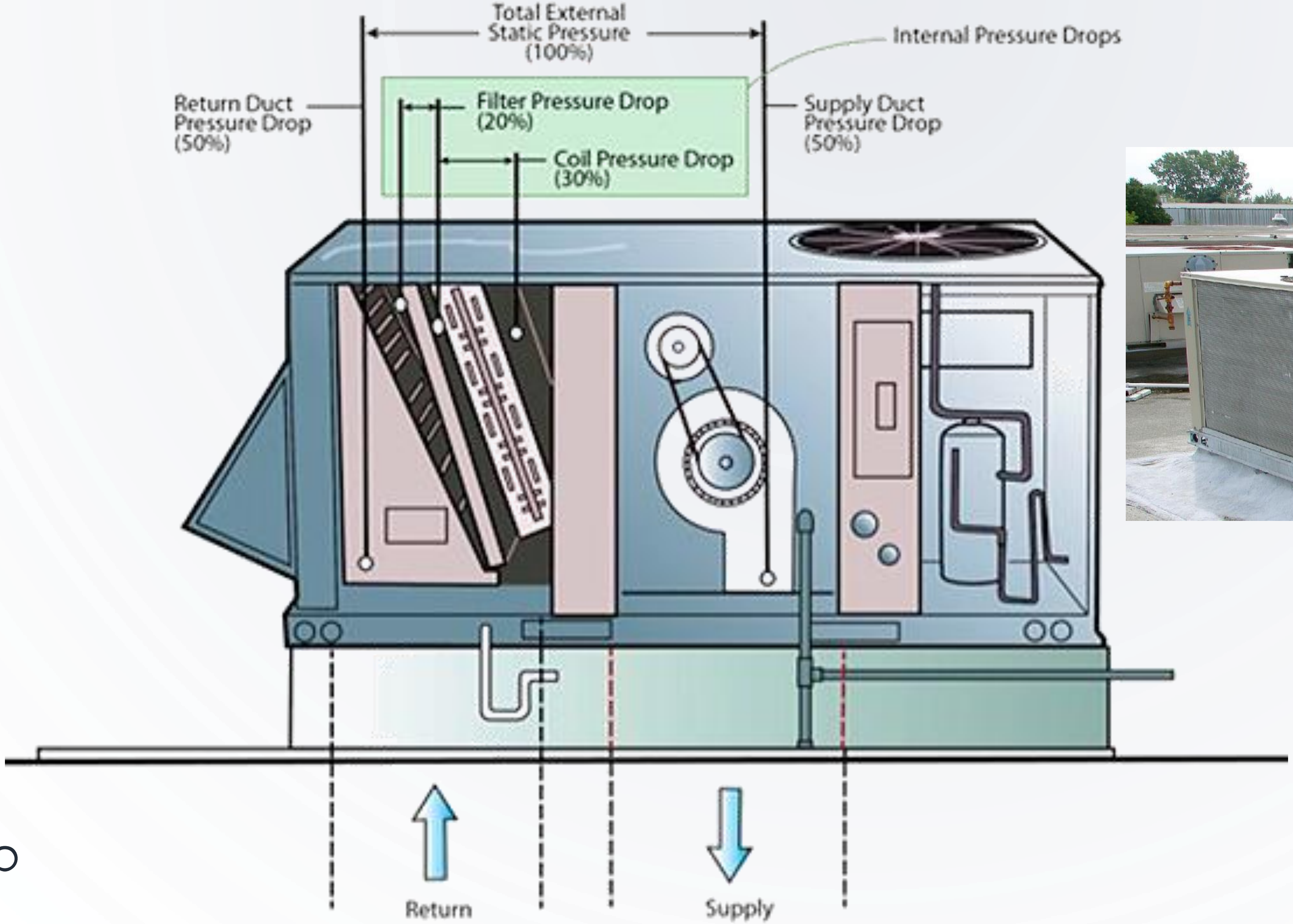
Roof Top Package Units

استخداماته في الفيلل السكنية والمكاتب

Used in the Villas and Offices

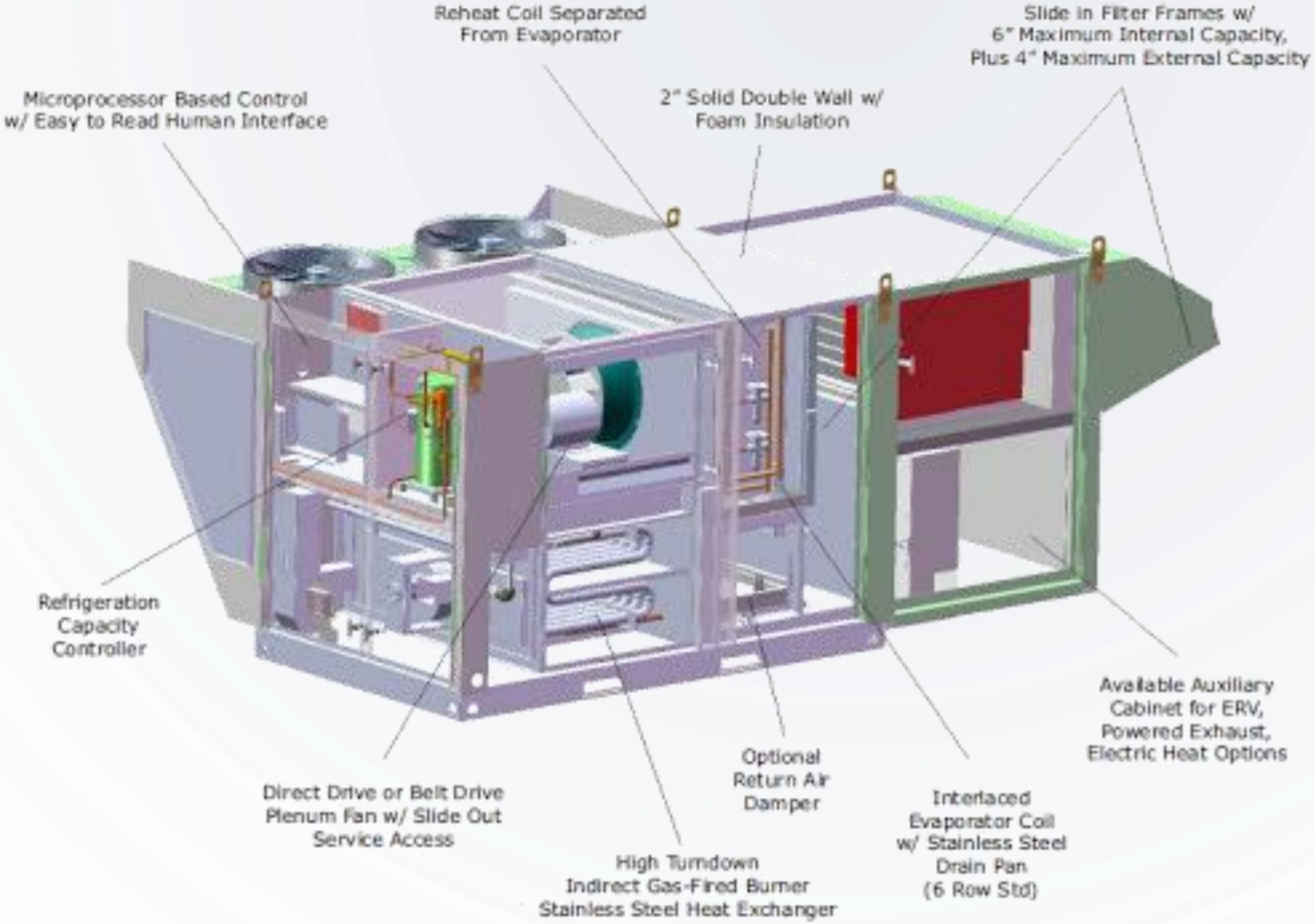
وحدات المكيفات المدمجة

PACKAGE UNIT



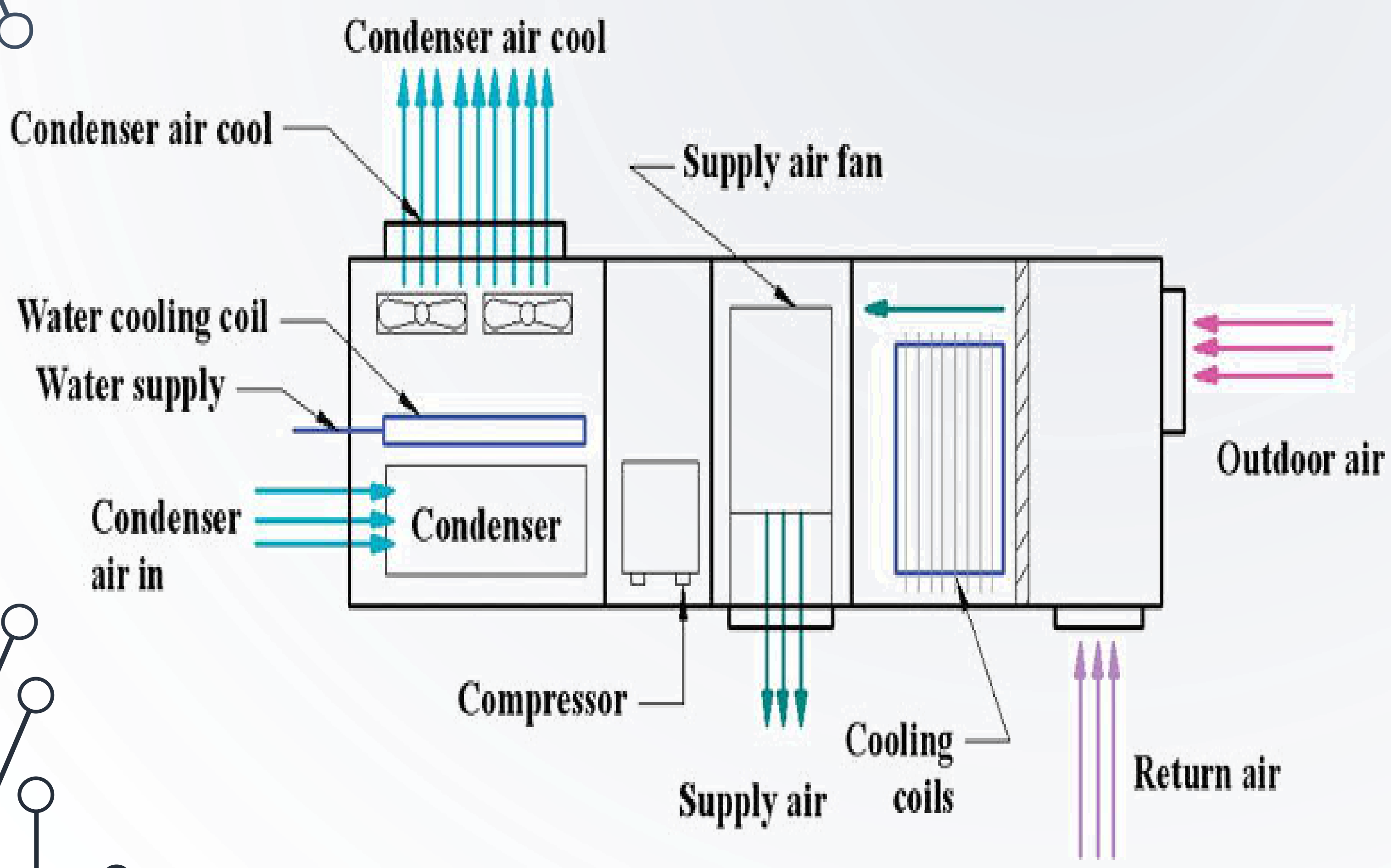
وحدات المكيفات المدمجة

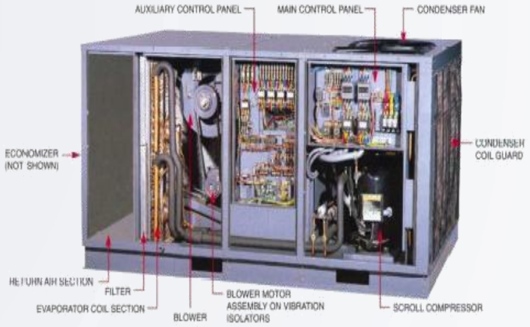
PACKAGE UNIT

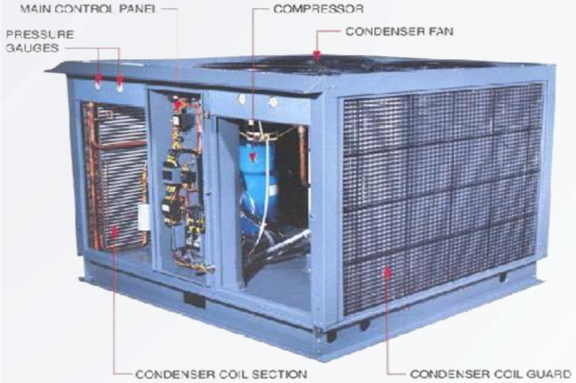

Reheat Coil Separated From Evaporator
Slide in Filter Frames w/ 6" Maximum Internal Capacity, Plus 4" Maximum External Capacity
Microprocessor Based Control w/ Easy to Read Human Interface
2" Solid Double Wall w/ Foam Insulation
Refrigeration Capacity Controller
Available Auxiliary Cabinet for ERV, Powered Exhaust, Electric Heat Options
Optional Return Air Damper
Direct Drive or Belt Drive Plenum Fan w/ Slide Out Service Access
Interlaced Evaporator Coil w/ Stainless Steel Drain Pan (6 Row Std)
High Turndown Indirect Gas-Fired Burner Stainless Steel Heat Exchanger

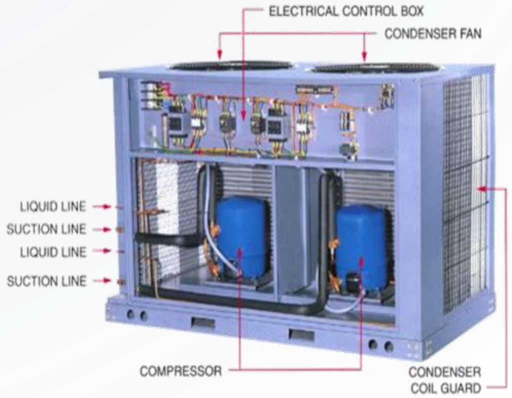
وحدات المكيفات المدمجة

PACKAGE UNIT









اختيار انواع أجهزة التبريد المركزية

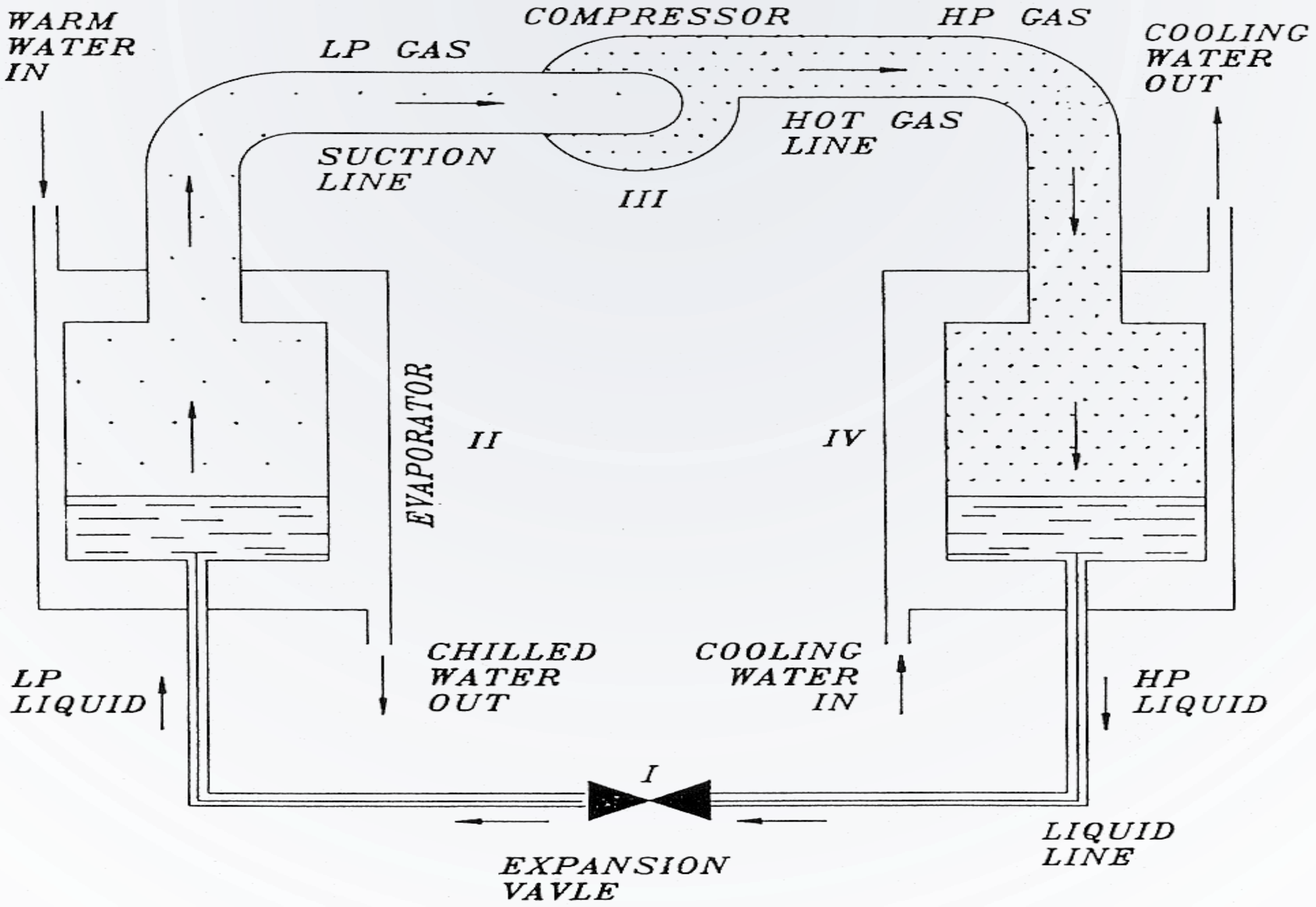
Selecting Chillers Units

استخداماته في العمائر العالية والفنادق والمجمعات السكنية والمكاتب
والبنوك والمطارات والدوائر الحكومية والأهلية الكبيرة

Used in the High-rise Residential offices, Buildings, Hotels , Airports and large Gov. & Private Facilities

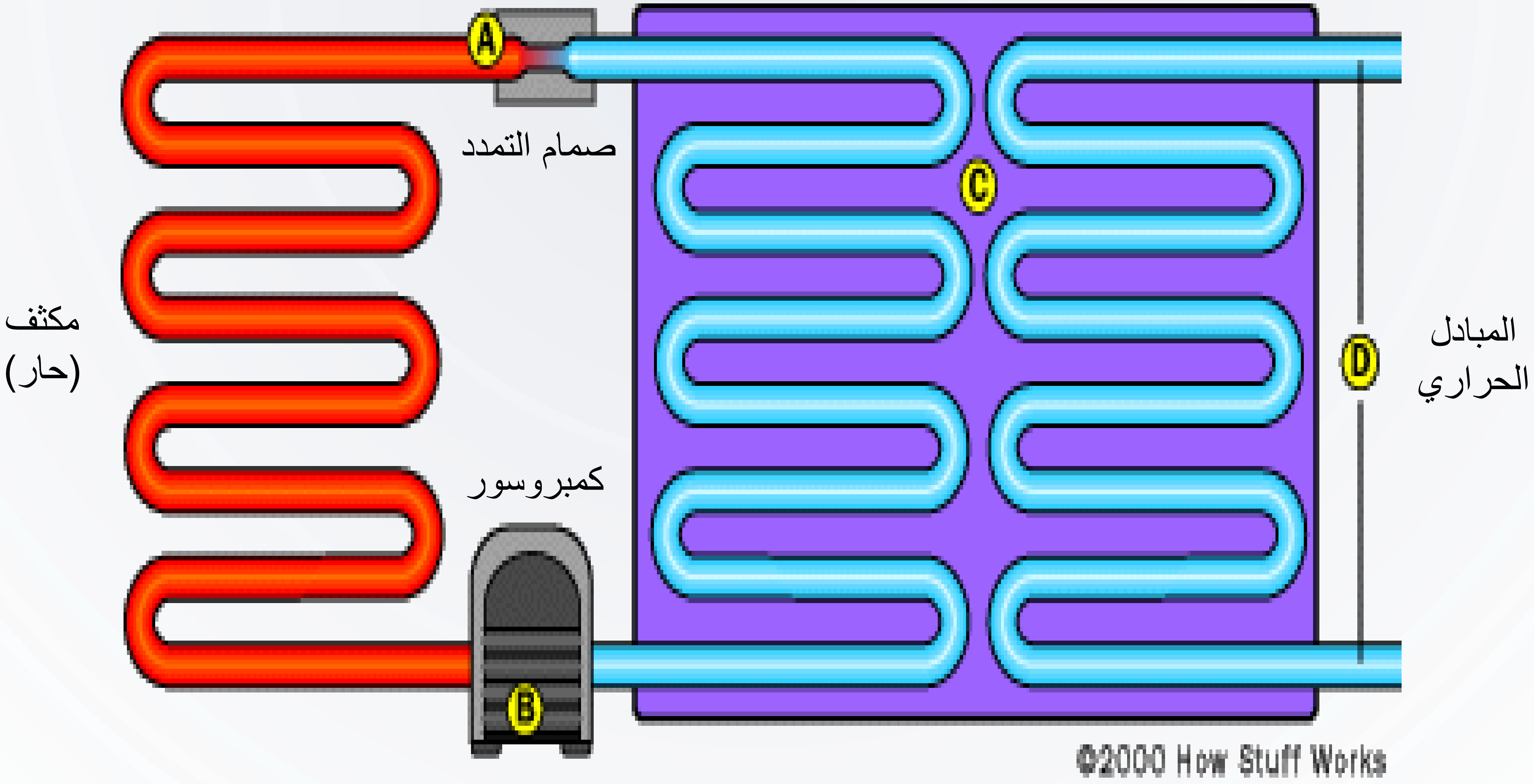
الدورة الأساسية لضغط غاز الفريون يتم تطبيقها على المبردات

BASIC VAPOUR COMPRESSION CYCLE APPLIED TO A WATER CHILLER



كيفية عمل المبرد

How Chiller Work

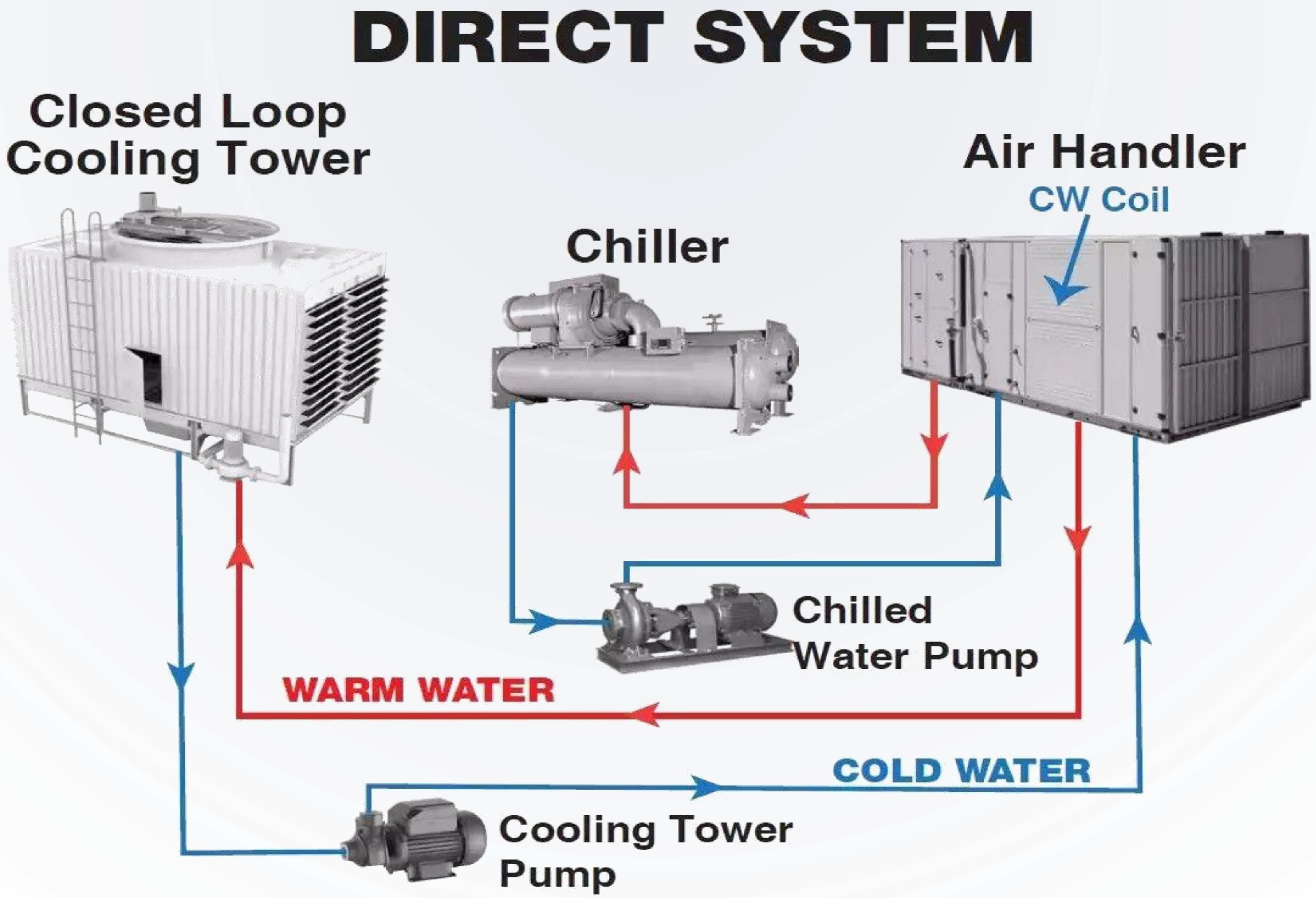


A – Expansion valve
B – Compressor

C – Heat Exchanger
D – Chilled Water to Bldg.

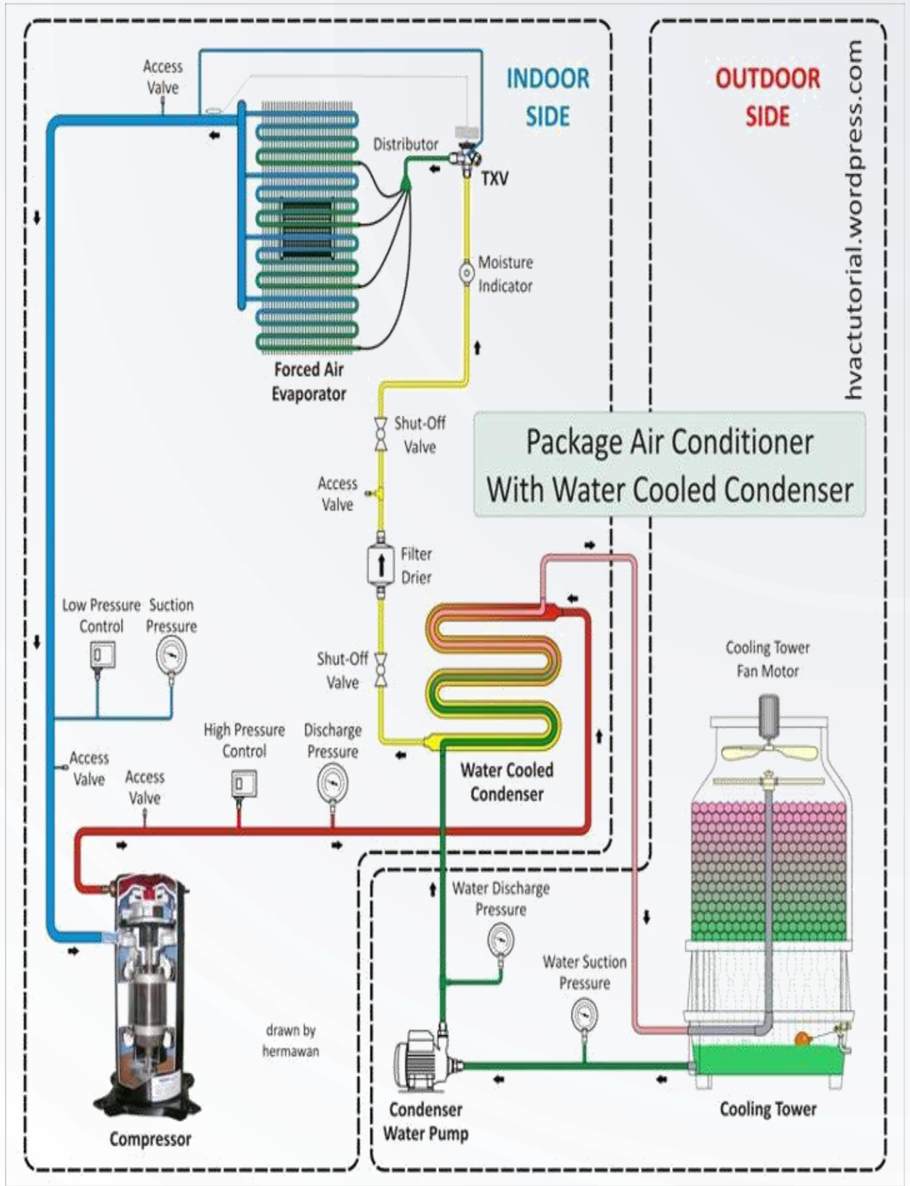
أجهزة التبريد بالماء

WATER COOLED Chiller



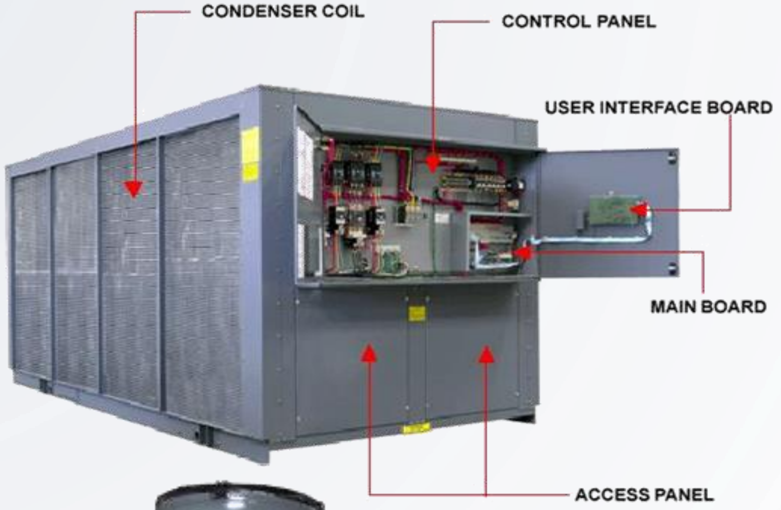
أجهزة التبريد بالماء

WATER COOLED Chiller

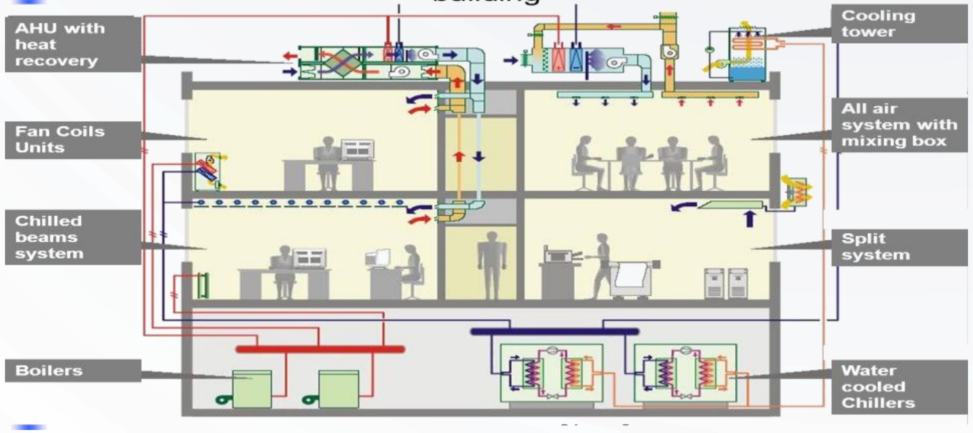


أجهزة التبريد بالهواء

AIR COOLED Chiller



Different air conditioning components and systems in an office building



الأنظمة الفرعية لأجهزة تكييف التبريد المركزية

Sub-System for the Central Cooling System

Many Air-conditioning, Heating & Ventilating Sub-System – Such as:

- **Cooling Towers**
- **Air Handling Unit**
- **Fan Coil Unit**
- **Pumps & Pipes**
- **Control Air Movement**

  Include Constant & Variable Air Volume
- **Sound & Vibration System**
- **Filters**
- **Humidify & Dehumidify System**

يوجد أنواع كثيرة من أنظمة التكييف والتهوية والتدفئة الفرعية فعلى سبيل المثال:

- أبراج التبريد
- وحدات مناولة الهواء
- وحدات ملفات التبريد المروحية
- المضخات والأنابيب
- أجهزة التحكم في الهواء

  وتشمل أجهزة التحكم في حجم الهواء الثابتة والمتحركة
- أجهزة كتم الصوت وتخفيف الاهتزازات
- مرشحات الهواء – فلاتر
- أجهزة الترطيب والتجفيف

أبراج التبريد المركزية

COOLING TOWERS

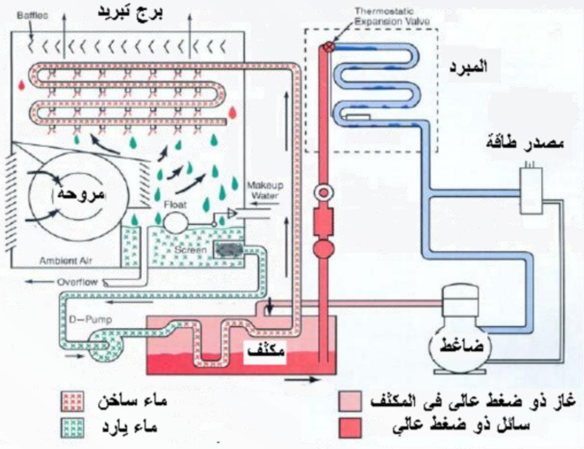
أبراج التبريد

برج التبريد

Cooling Tower

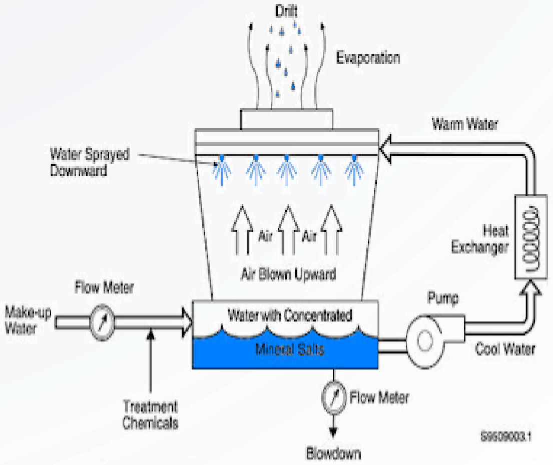
Air Cooled

Water Cooled



Air Cooling Tower

Water Cooling Tower



أبراج تبريد مفتوحة

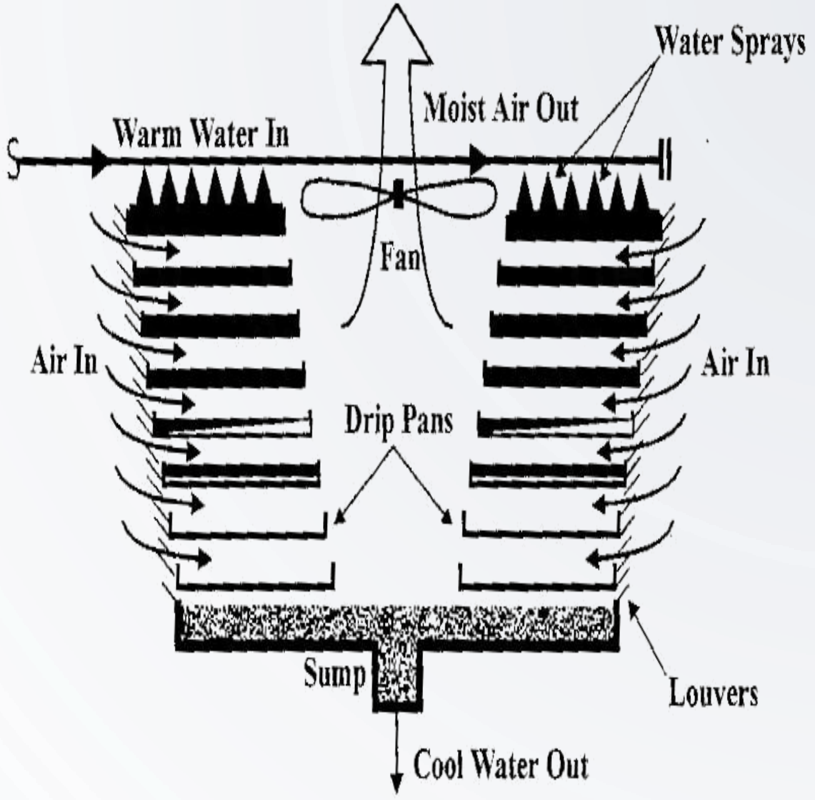


Figure 6-4. Open Loop Cooling Tower

أبراج تبريد مغلقة

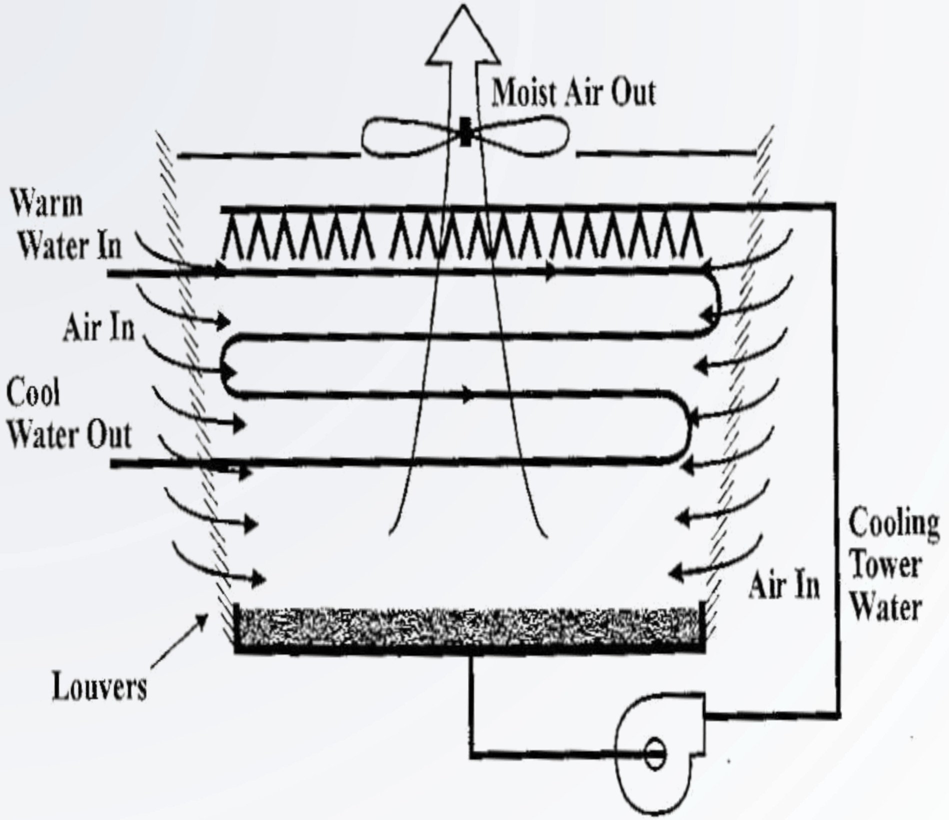


Figure 6-5. Closed Loop Cooling Tower

وحدات مناولة الهواء (المراوح الداخلية)

AIR HANDLING UNITS

متطلبات المياه المبردة للمراوح

CHILLED WATER REQUIREMENTS FOR FANs

IN A COOLING COIL:

ENERGY “LOST” FROM AIR

= ENERGY “GAINED” BY CHILLED WATER

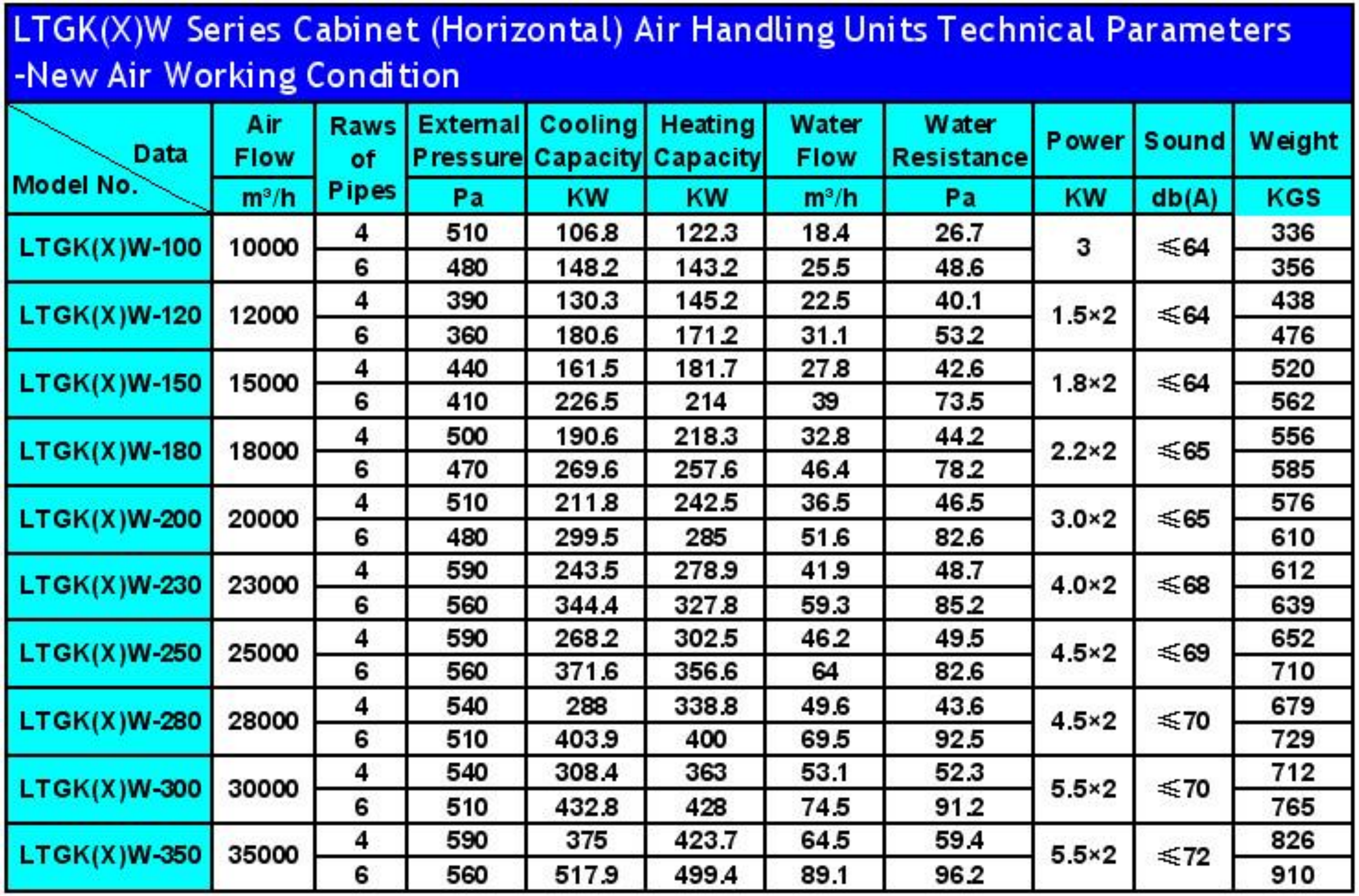
$$\text{CHILLED WATER FLOW RATE}\left(\frac{\text{kg}}{\text{s}}\right)=\frac{\text{CCL (kW)}}{\text{WTR (K) X SHW}\left(\frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}\right)}$$

CCL = COOLER COIL LOAD

WTR = WATER TEMPERATURE RISE

SHW = SPECIFIC HEAT WATER

المعايير الفنية لوحدات مناولة الهواء

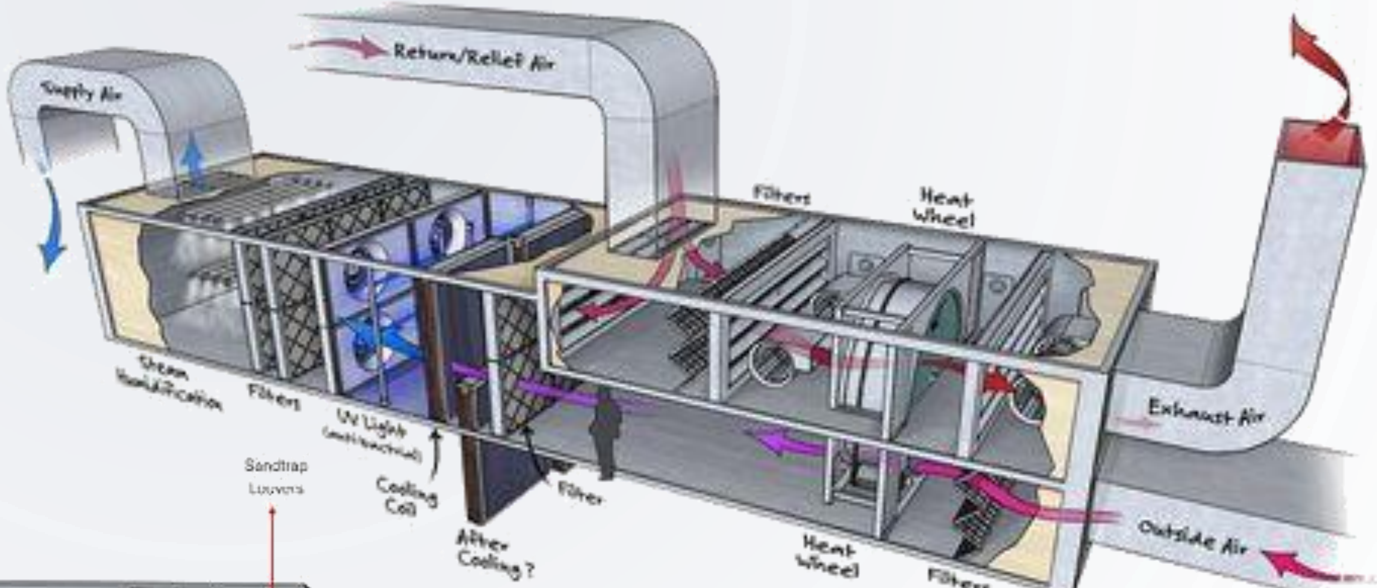


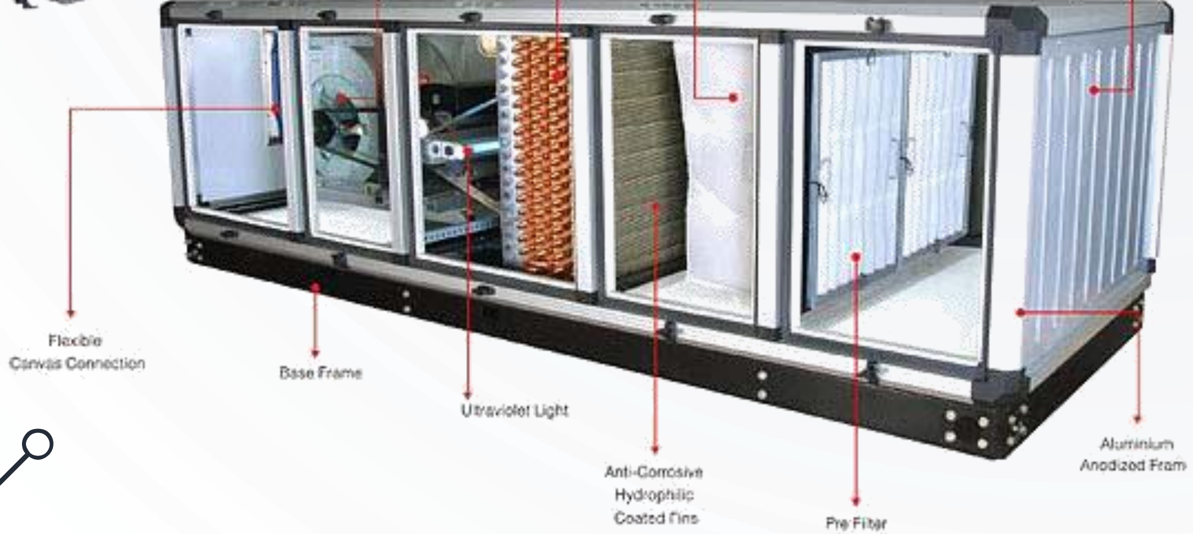
LTGK(X)W Series Cabinet (Horizontal) Air Handling Units Technical Parameters -New Air Working Condition

Data / Model No.	Air Flow	Raws of Pipes	External Pressure	Cooling Capacity	Heating Capacity	Water Flow	Water Resistance	Power	Sound	Weight
	m³/h		Pa	KW	KW	m³/h	Pa	KW	db(A)	KGS
LTGK(X)W-100	10000	4	510	106.8	122.3	18.4	26.7	3	≤64	336
		6	480	148.2	143.2	25.5	48.6			356
LTGK(X)W-120	12000	4	390	130.3	145.2	22.5	40.1	1.5×2	≤64	438
		6	360	180.6	171.2	31.1	53.2			476
LTGK(X)W-150	15000	4	440	161.5	181.7	27.8	42.6	1.8×2	≤64	520
		6	410	226.5	214	39	73.5			562
LTGK(X)W-180	18000	4	500	190.6	218.3	32.8	44.2	2.2×2	≤65	556
		6	470	269.6	257.6	46.4	78.2			585
LTGK(X)W-200	20000	4	510	211.8	242.5	36.5	46.5	3.0×2	≤65	576
		6	480	299.5	285	51.6	82.6			610
LTGK(X)W-230	23000	4	590	243.5	278.9	41.9	48.7	4.0×2	≤68	612
		6	560	344.4	327.8	59.3	85.2			639
LTGK(X)W-250	25000	4	590	268.2	302.5	46.2	49.5	4.5×2	≤69	652
		6	560	371.6	356.6	64	82.6			710
LTGK(X)W-280	28000	4	540	288	338.8	49.6	43.6	4.5×2	≤70	679
		6	510	403.9	400	69.5	92.5			729
LTGK(X)W-300	30000	4	540	308.4	363	53.1	52.3	5.5×2	≤70	712
		6	510	432.8	428	74.5	91.2			765
LTGK(X)W-350	35000	4	590	375	423.7	64.5	59.4	5.5×2	≤72	826
		6	560	517.9	499.4	89.1	96.2			910

وحدة مناولة الهواء (المراوح)

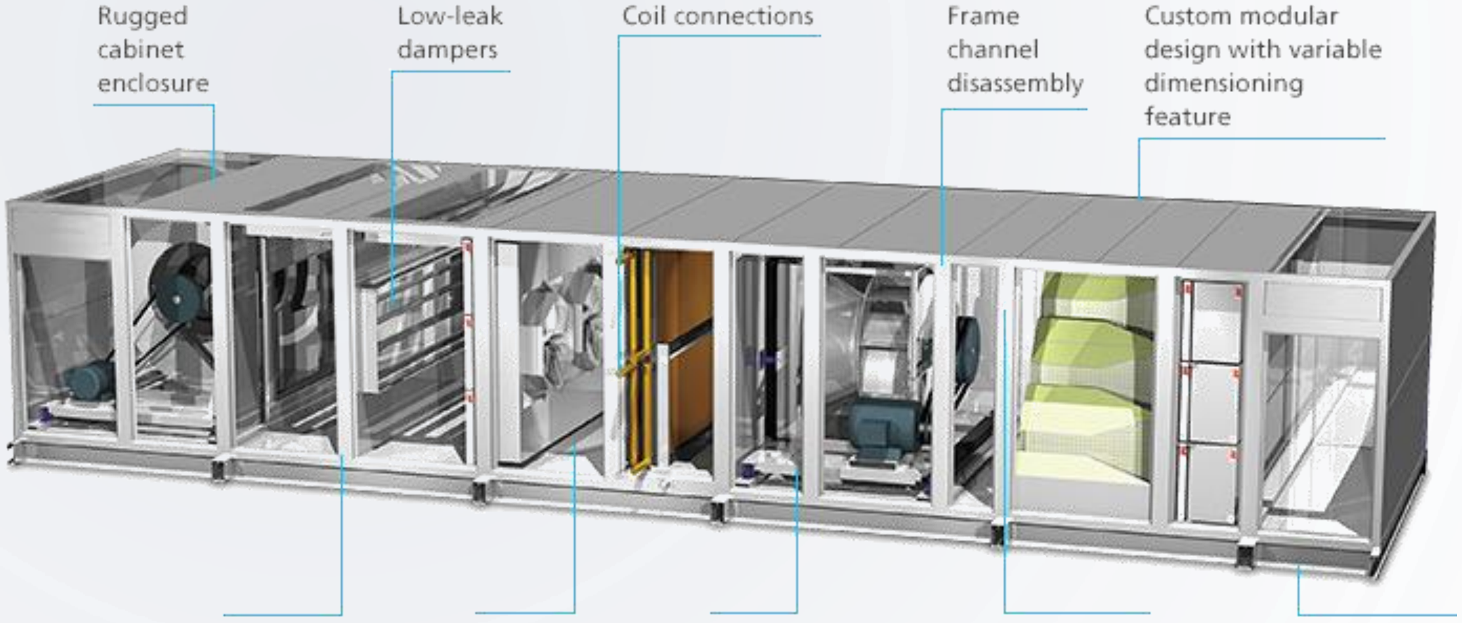
AIR HANDLING UNIT (FANS)

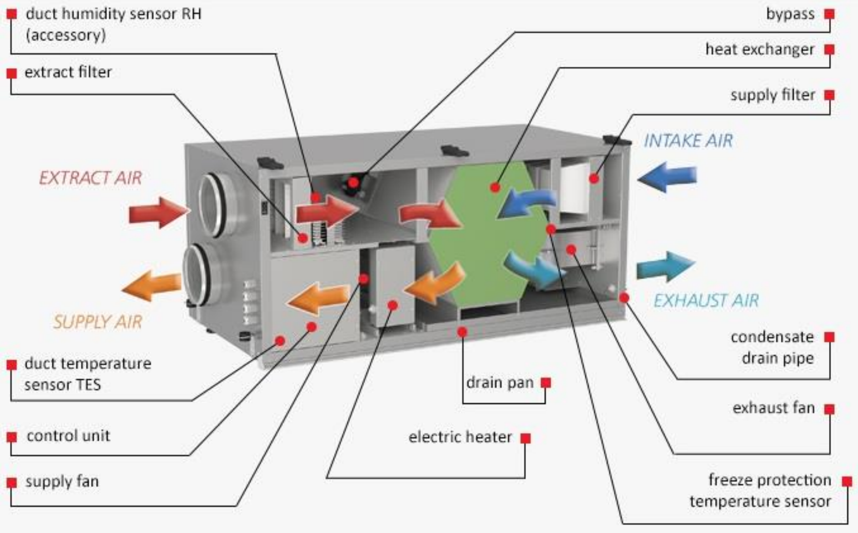


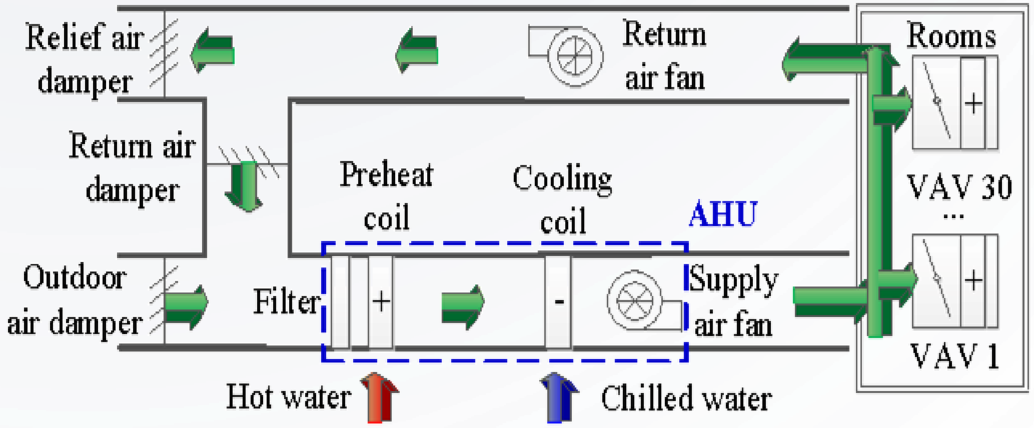

Cu Tubes
DIDW Centrifugal Forward Curved Fan
Bag Filter
Sandtrap Louvers
Flexible Canvas Connection
Base Frame
Ultraviolet Light
Anti-Corrosive Hydrophilic Coated Fins
Pre Filter
Aluminium Anodized From

وحدة مناولة الهواء

AIR HANDLING UNIT

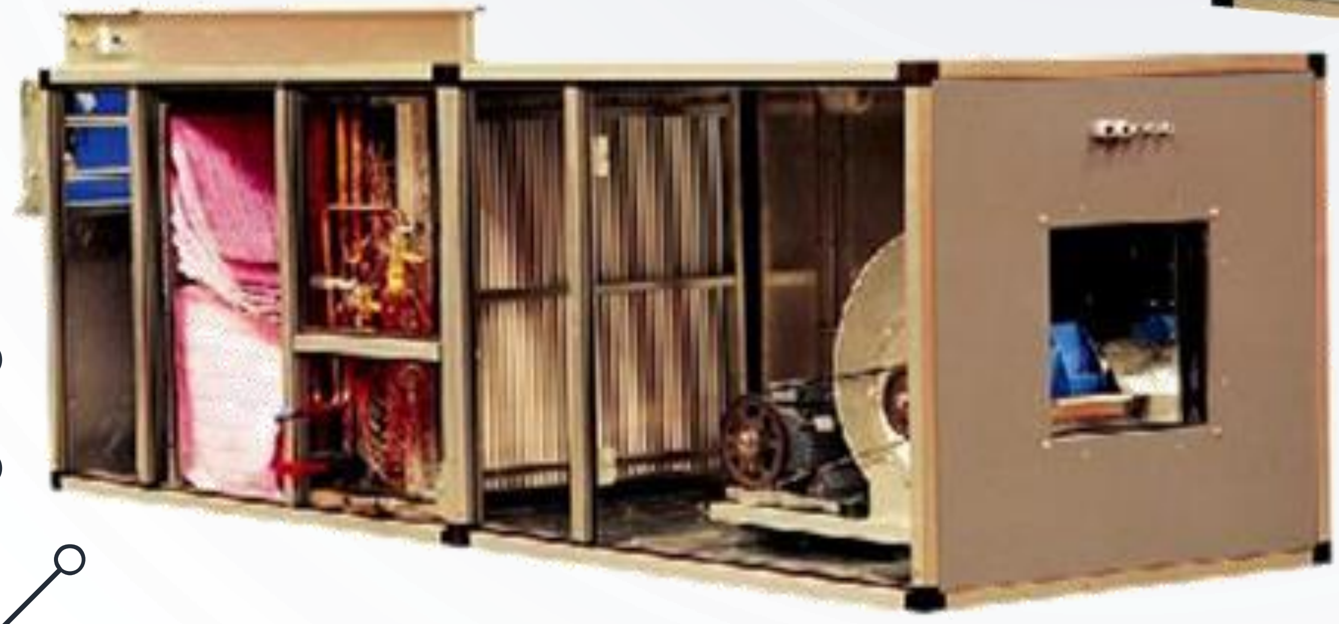




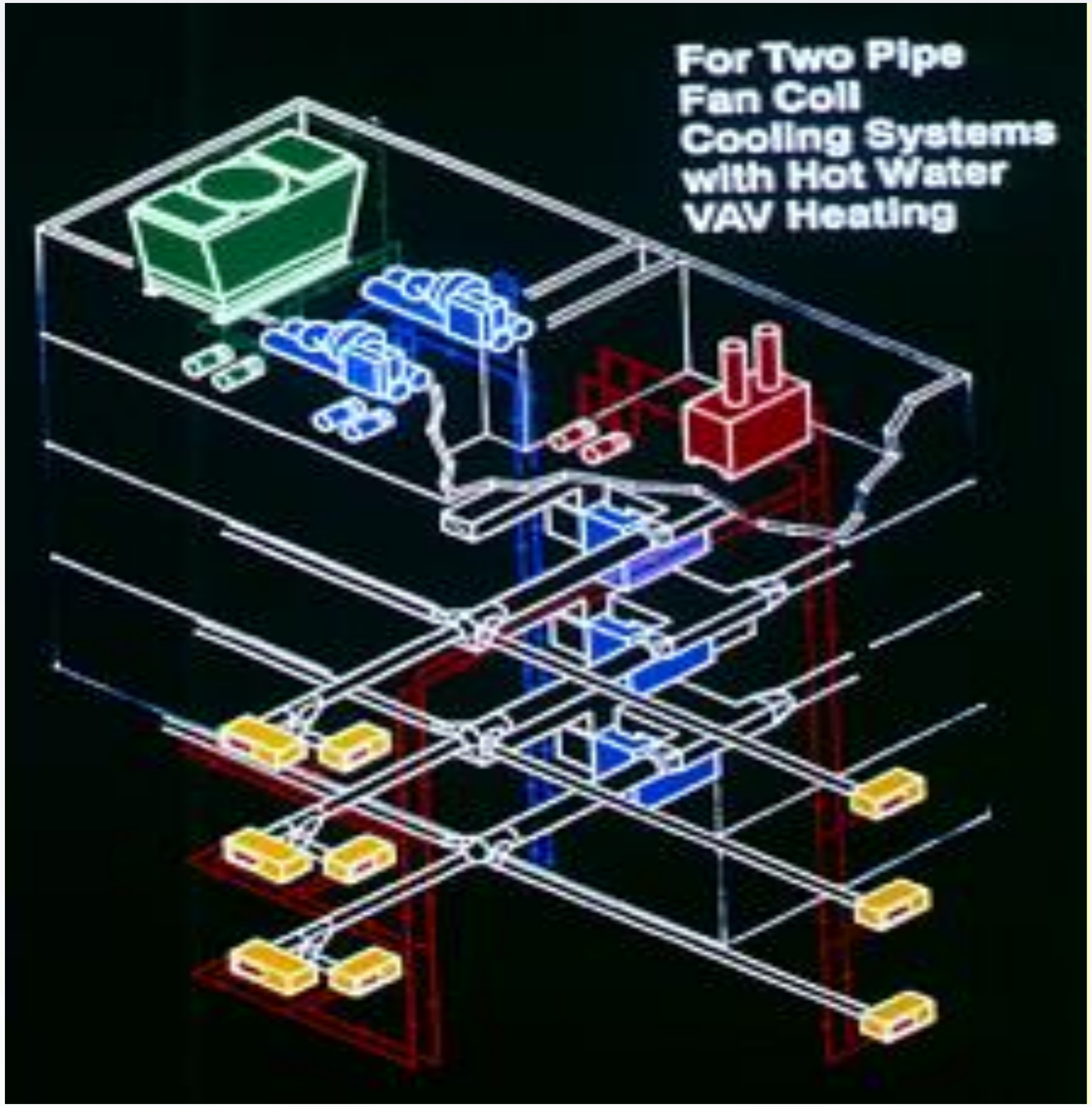


وحدة مناولة الهواء بغطائي عازل

DOUBLE SKIN AIR HANDLING UNIT

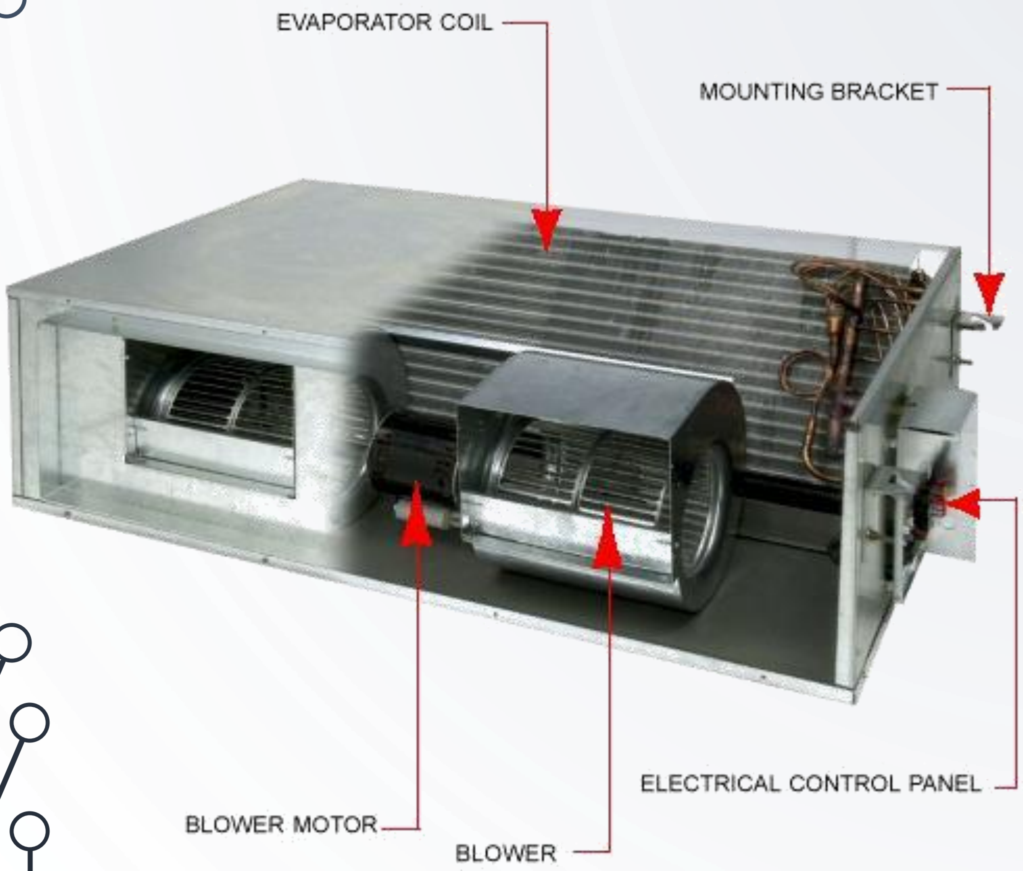


Fan Coil Cooling / VAV Heating



وحدة ملفات تبريد منفصلة

FAN COIL

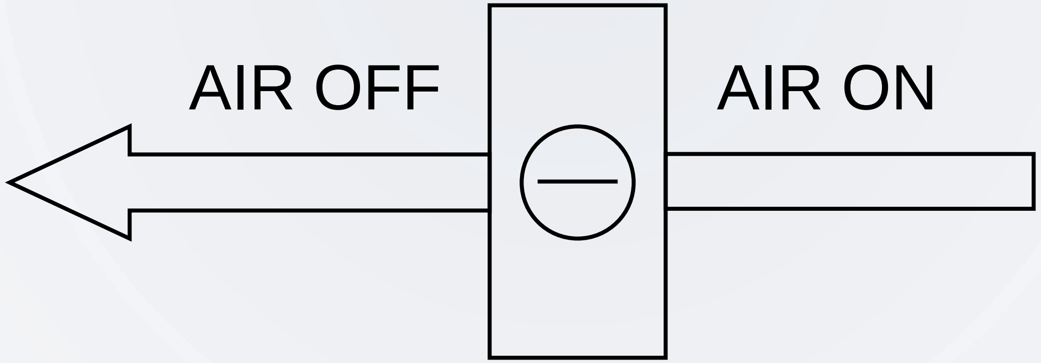


شكل (٢ – ١٦): وحدة ملف – مروحة من النوع المخفي (Concealed Type FCU)

مزايا واستخدامات النظام

- يستخدم في حالة هبوط الضغط المتساوي عبر وحدات الملف_مروحة.
- يستخدم في أغلب أنظمة المياه المغلقة (Closed systems).
- التصميم الاقتصادي بالنسبة للمنشآت الجديدة.
- النظام لا يحتاج إلى موازنة لأن طول دورات الماء بين خطي التغذية والراجع متساوي لجميع الوحدات.

COOLER COIL DUTY

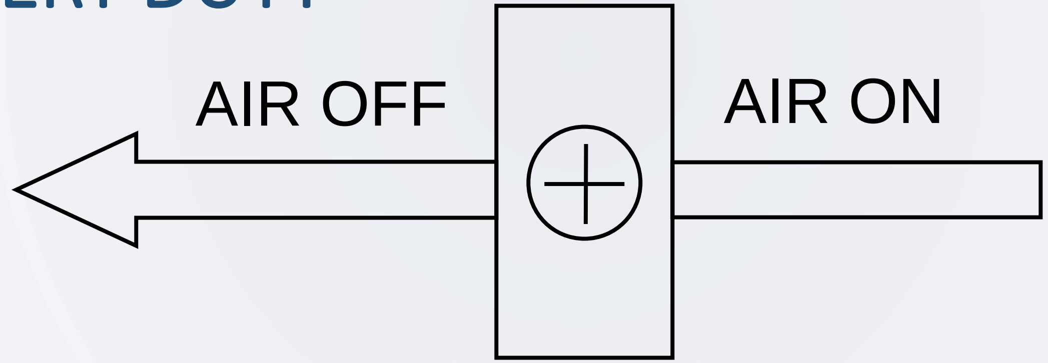


LOAD = MASS FLOW AIR x ENTHALPY CHANGE

$$Q = m \; X \, \Delta h$$

$$kW = \frac{kg}{s} \; X \; \frac{kJ}{kg}$$

HEATER BATTERY DUTY



LOAD = MASS FLOW AIR x ENTHALPY CHANGE

$$Q = m \times \Delta h \qquad \Rightarrow \qquad kW = \frac{kg}{s} \; X \; \frac{kJ}{kg}$$

OR

LOAD = MASS FLOW AIR X SPECIFIC HEAT X TEMPERATURE CHANGE

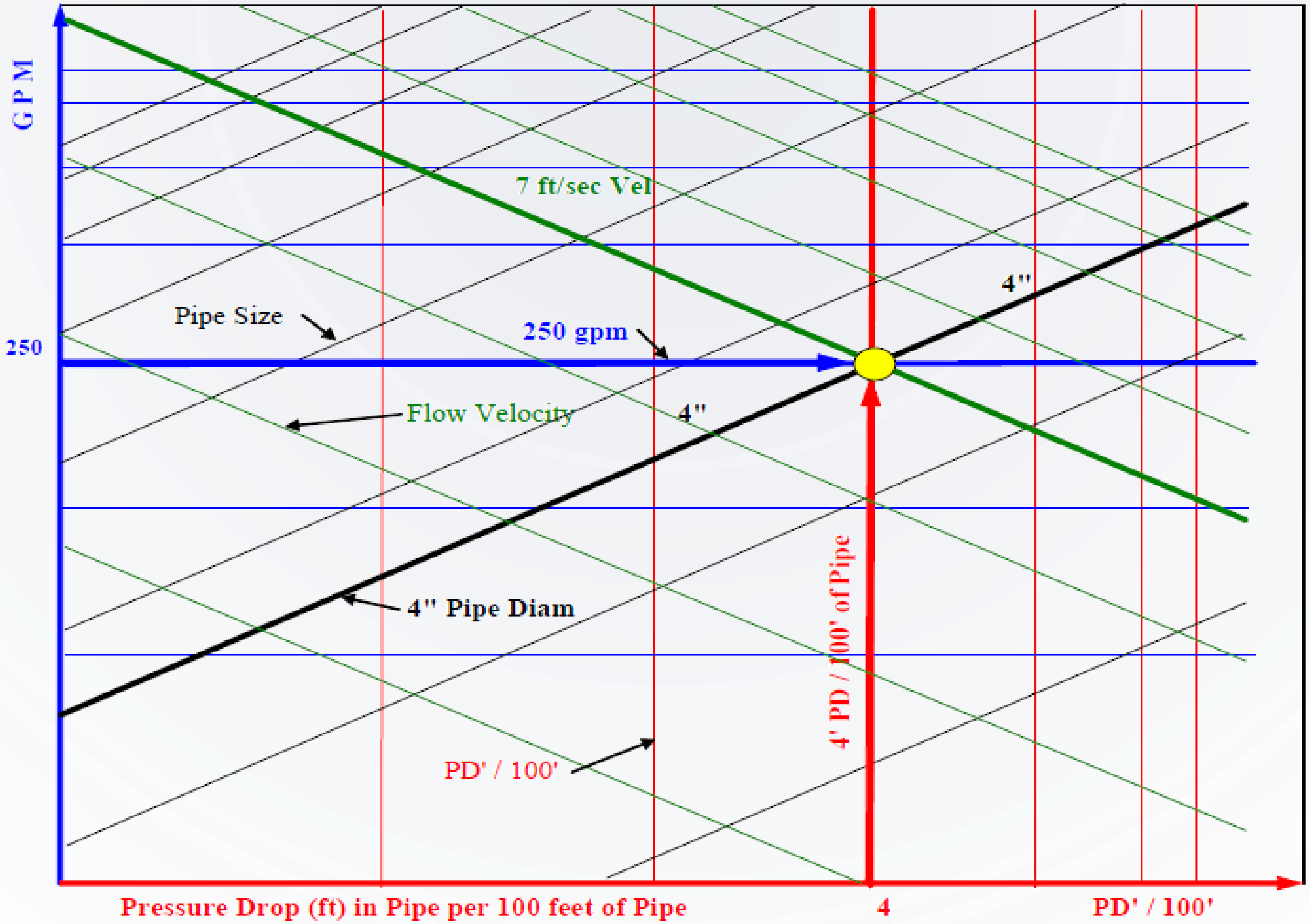
$$kW = \frac{kg}{s} \; X \; \frac{kJ}{kgK} \; X \; K$$

مضخات المياه المبردة والأنابيب

Chilled Water Pumps and Piping

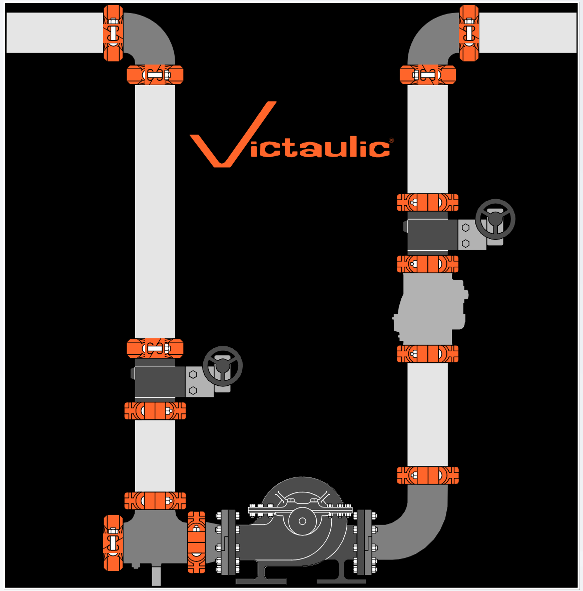
جداول قياسات أنابيب التبريد

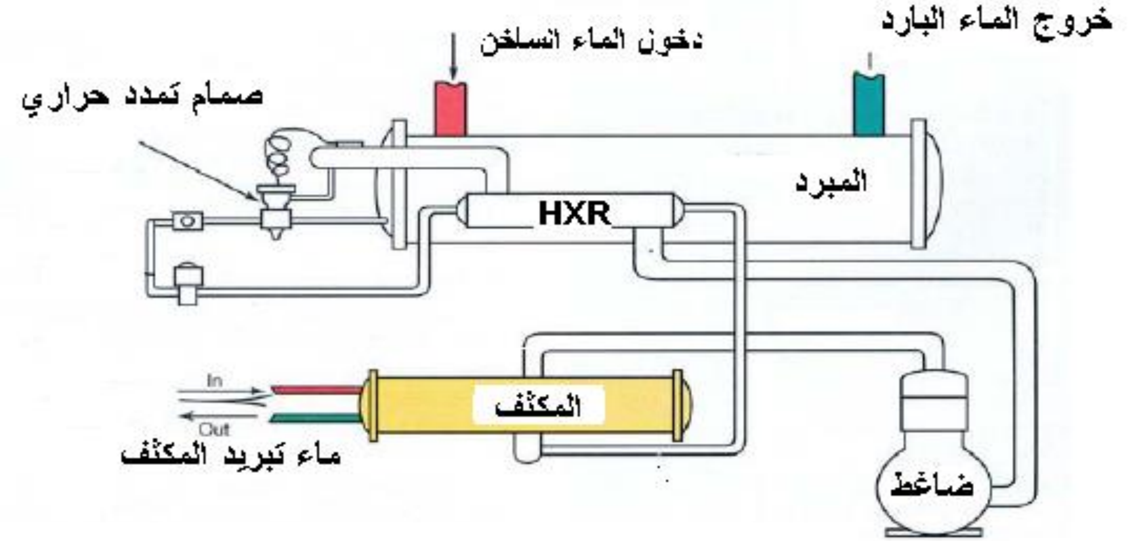
Piping measurement chart

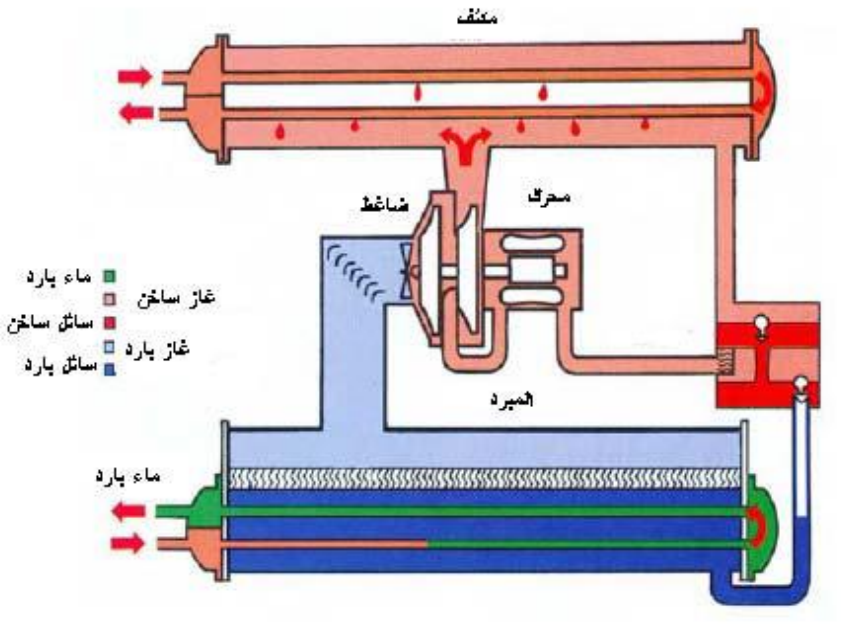


أنظمة المياه المكثفة

Condenser Water Systems







أنظمة التحكم الأتوماتيكية ونظام إدارة المباني

Automatic Controls and BMS

التحكم في انتقال الحرارة

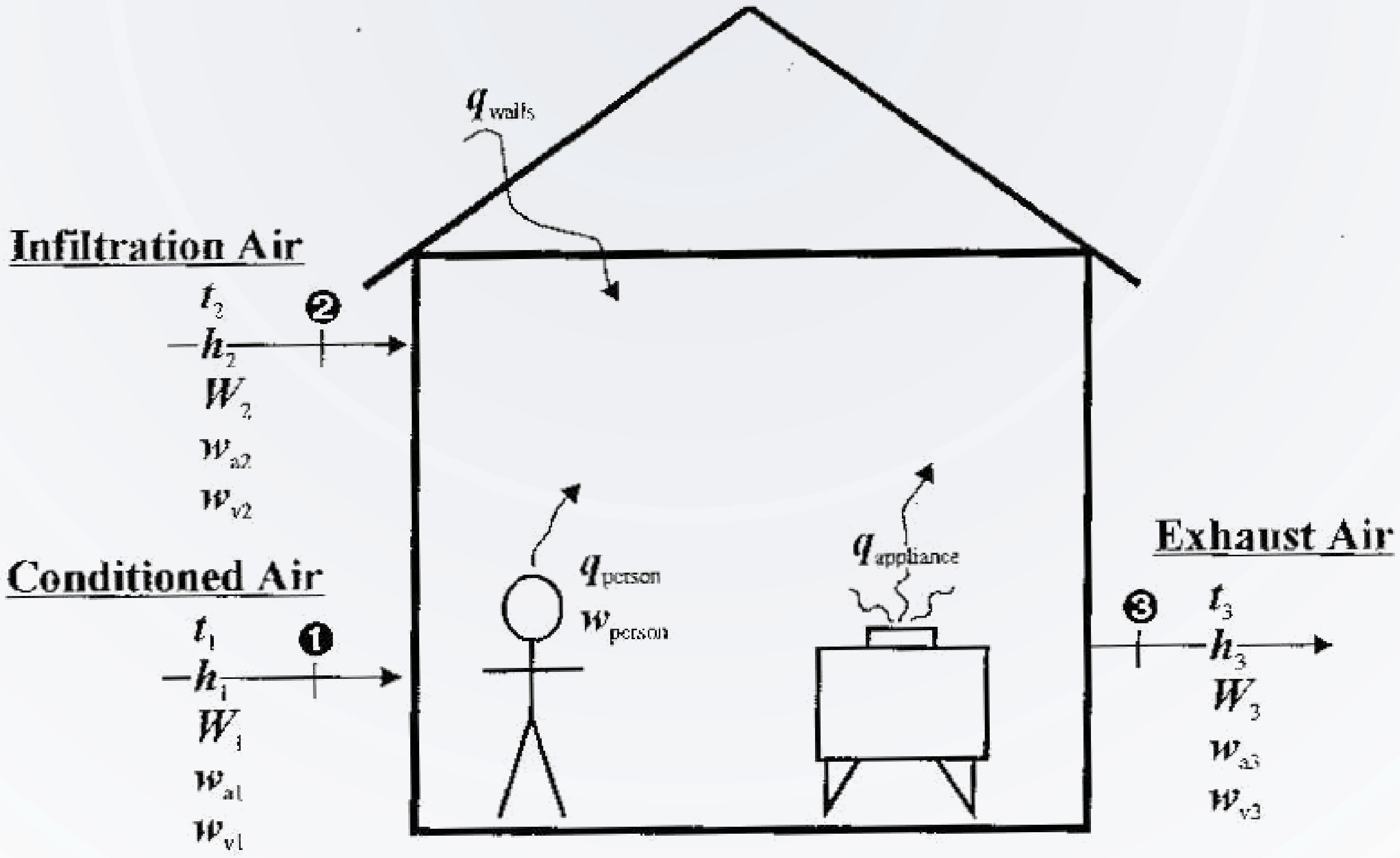
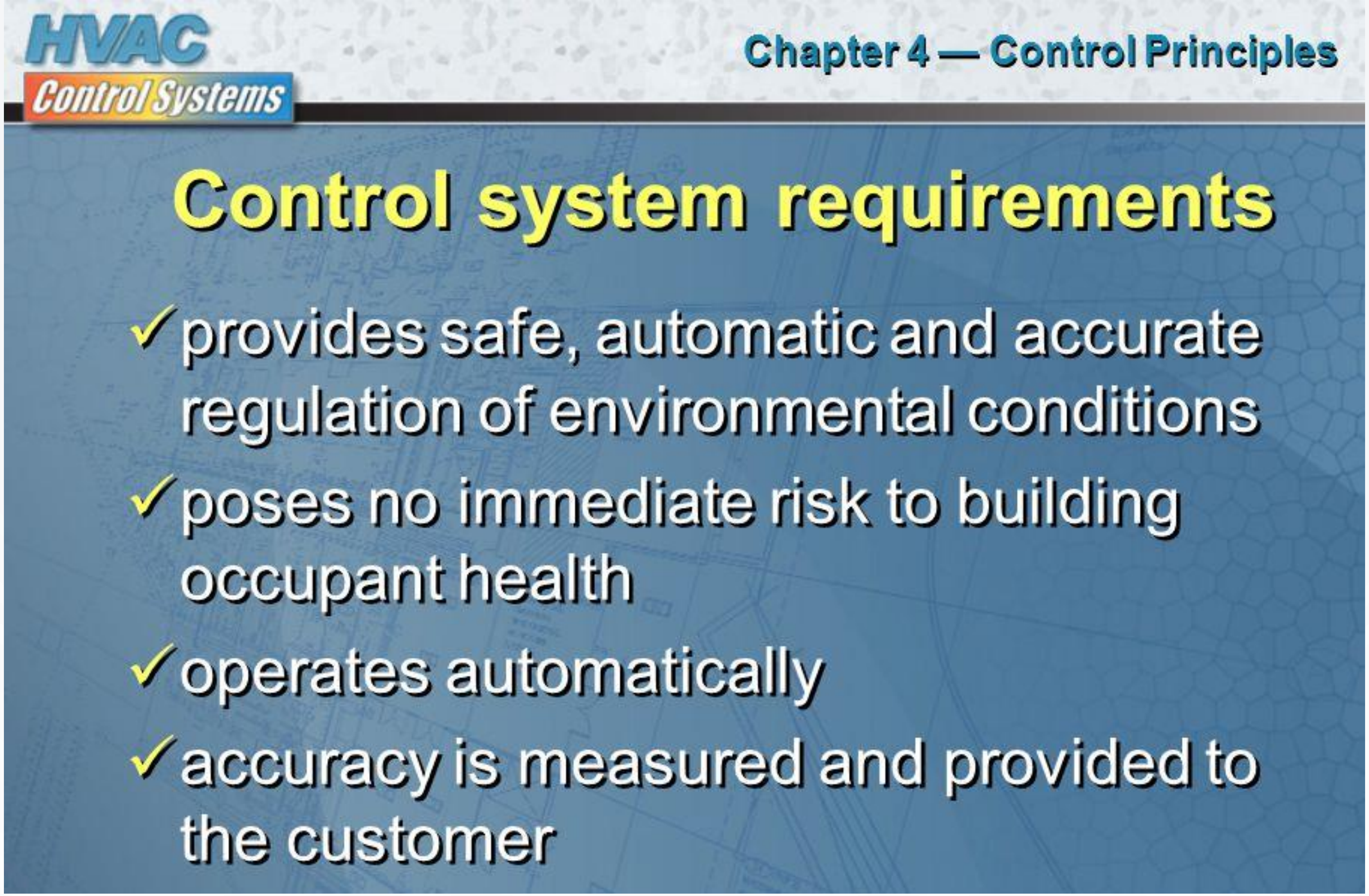


Figure 3-1. Heat and Mass Balance on a Single-Room House

مبادئ ومتطلبات التحكم

CONTROL PRINCIPLES & REQUIREMENTS



HVAC Control Systems

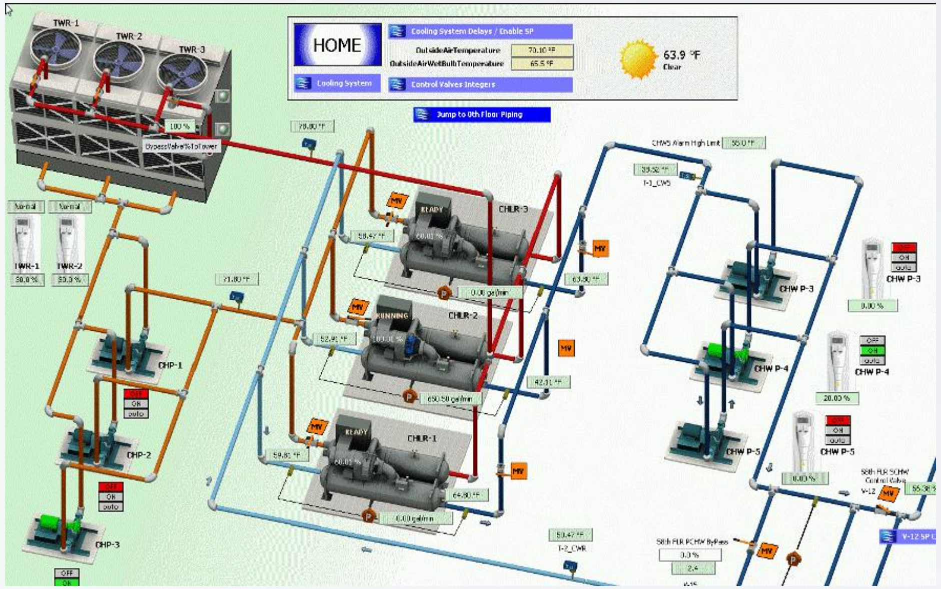
Chapter 4 — Control Principles

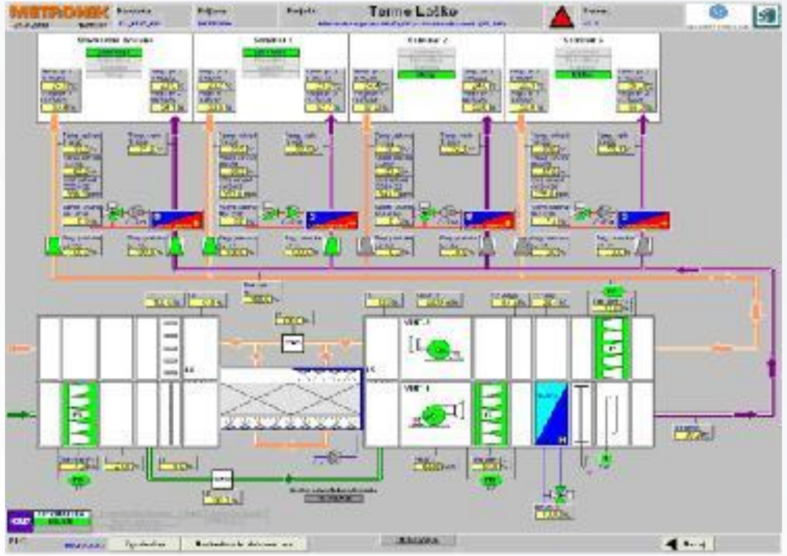
Control system requirements

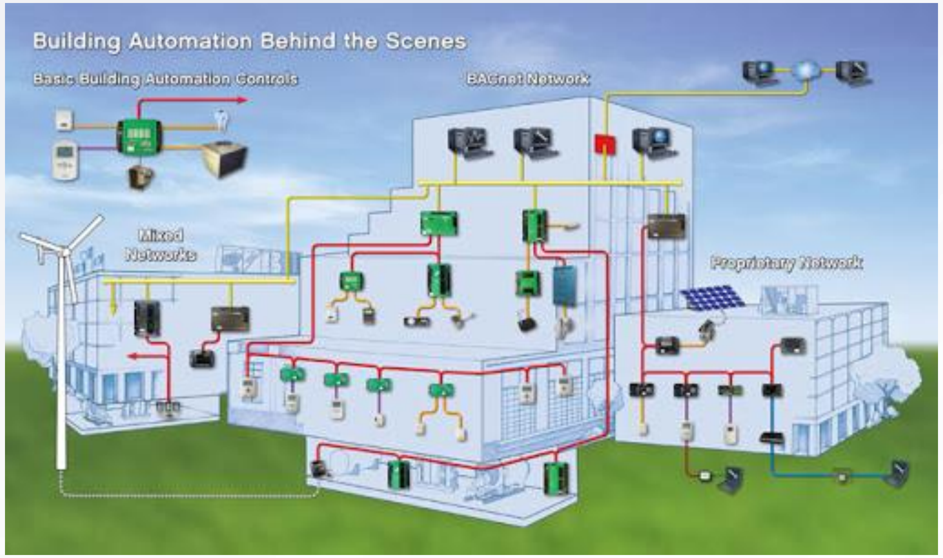
- ✓ provides safe, automatic and accurate regulation of environmental conditions
- ✓ poses no immediate risk to building occupant health
- ✓ operates automatically
- ✓ accuracy is measured and provided to the customer

أنظمة التحكم الأتوماتيكية ونظام إدارة المباني

Automatic Controls and BMS

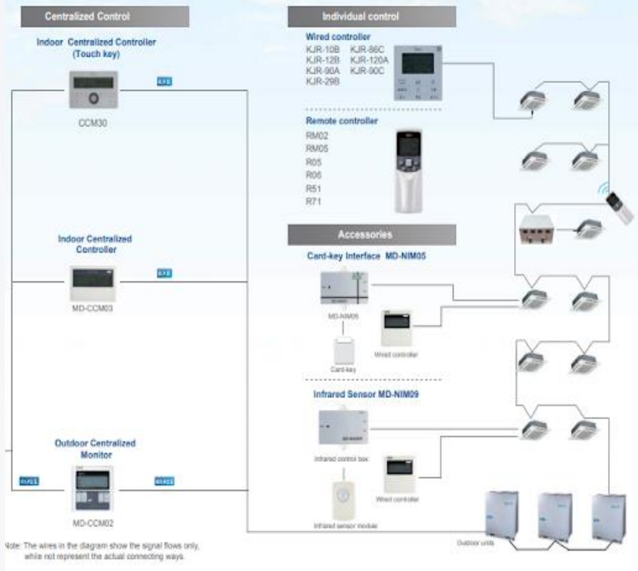




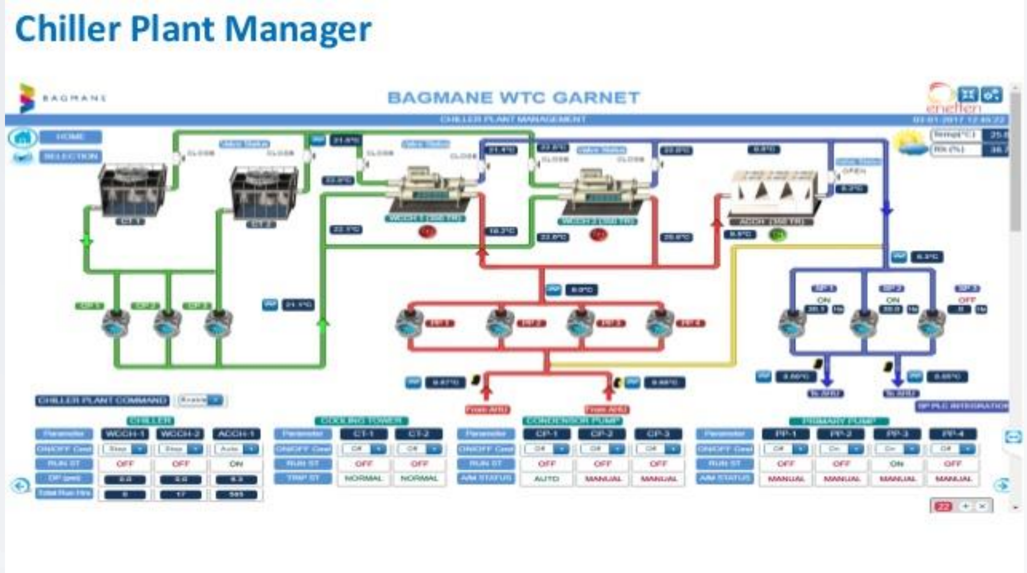

Building Automation Behind the Scenes
Basic Building Automation Controls
BACnet Network
Mixed Networks
Proprietary Network

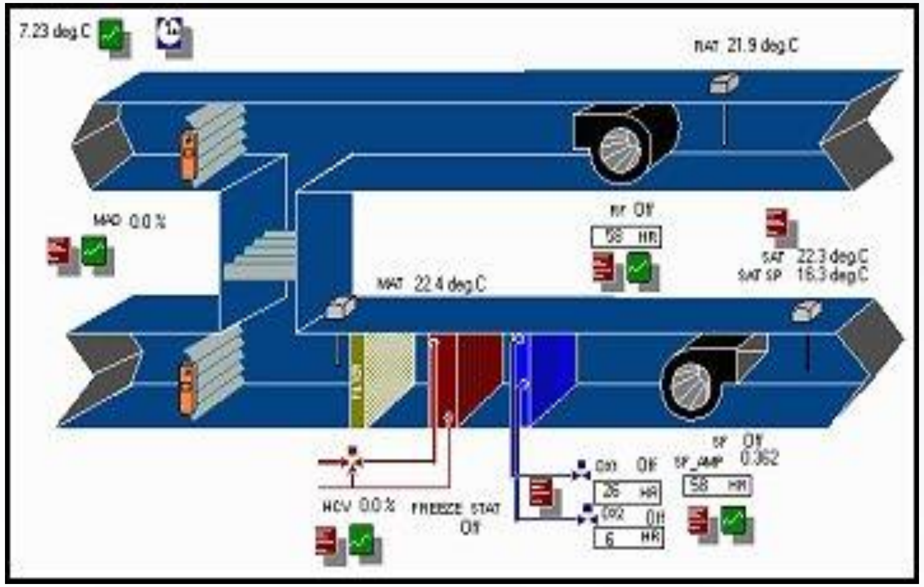
أنظمة التحكم الأتوماتيكية ونظام إدارة المباني

Automatic Controls and BMS



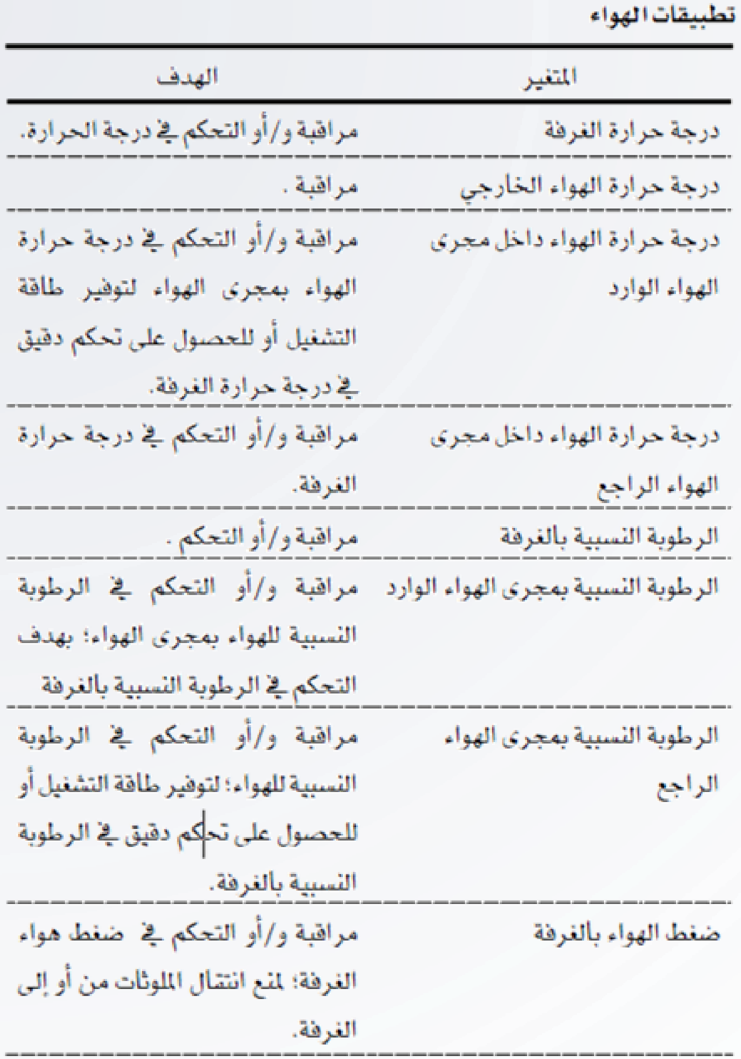
Note: The wires in the diagram show the signal flows only, while not represent the actual connecting ways.





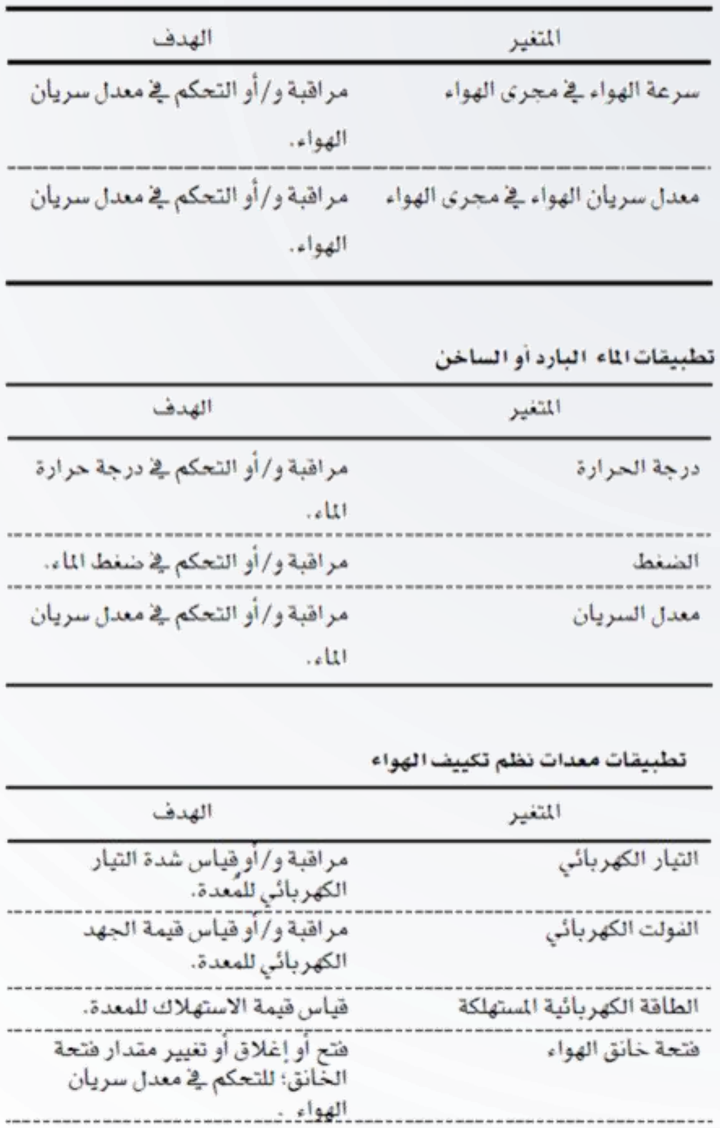
تطبيقات التحكم في الهواء والهدف منها

Air control applications and their purpose



تطبيقات الهواء

المتغير	الهدف
درجة حرارة الغرفة	مراقبة و/أو التحكم في درجة الحرارة.
درجة حرارة الهواء الخارجي	مراقبة .
درجة حرارة الهواء داخل مجرى الهواء الوارد	مراقبة و/أو التحكم في درجة حرارة الهواء بمجرى الهواء لتوفير طاقة التشغيل أو للحصول على تحكم دقيق في درجة حرارة الغرفة.
درجة حرارة الهواء داخل مجرى الهواء الراجع	مراقبة و/أو التحكم في درجة حرارة الغرفة.
الرطوبة النسبية بالغرفة	مراقبة و/أو التحكم .
الرطوبة النسبية بمجرى الهواء الوارد	مراقبة و/أو التحكم في الرطوبة النسبية للهواء بمجرى الهواء؛ بهدف التحكم في الرطوبة النسبية بالغرفة
الرطوبة النسبية بمجرى الهواء الراجع	مراقبة و/أو التحكم في الرطوبة النسبية للهواء؛ لتوفير طاقة التشغيل أو للحصول على تحكم دقيق في الرطوبة النسبية بالغرفة.
ضغط الهواء بالغرفة	مراقبة و/أو التحكم في ضغط هواء الغرفة؛ لمنع انتقال الملوثات من أو إلى الغرفة.



المتغير	الهدف
سرعة الهواء في مجرى الهواء	مراقبة و/أو التحكم في معدل سريان الهواء.
معدل سريان الهواء في مجرى الهواء	مراقبة و/أو التحكم في معدل سريان الهواء.

تطبيقات الماء البارد أو الساخن

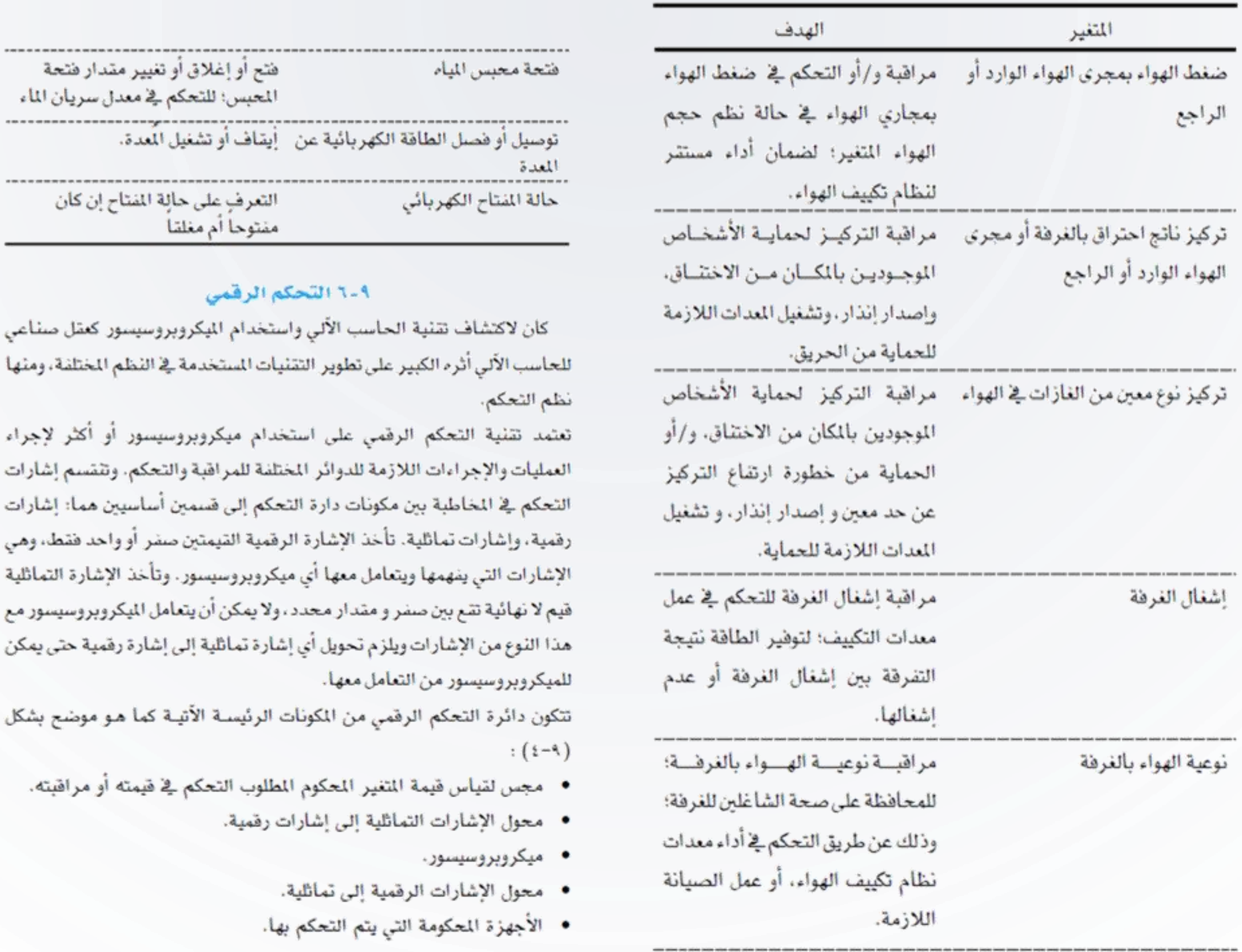
المتغير	الهدف
درجة الحرارة	مراقبة و/أو التحكم في درجة حرارة الماء.
الضغط	مراقبة و/أو التحكم في ضغط الماء.
معدل السريان	مراقبة و/أو التحكم في معدل سريان الماء.

تطبيقات معدات نظم تكييف الهواء

المتغير	الهدف
التيار الكهربائي	مراقبة و/أو قياس شدة التيار الكهربائي للمعدة.
الفولت الكهربائي	مراقبة و/أو قياس قيمة الجهد الكهربائي للمعدة.
الطاقة الكهربائية المستهلكة	قياس قيمة الاستهلاك للمعدة.
فتحة خانق الهواء	فتح أو إغلاق أو تغيير مقدار فتحة الخانق؛ للتحكم في معدل سريان الهواء .

تطبيقات التحكم في الهواء والهدف منها

Air control applications and their purpose



المتغير	الهدف
ضغط الهواء بمجرى الهواء الوارد أو الراجع	مراقبة و/أو التحكم في ضغط الهواء بمجاري الهواء في حالة نظم حجم الهواء المتغير؛ لضمان أداء مستقر لنظام تكييف الهواء.
تركيز ناتج احتراق بالغرفة أو مجرى الهواء الوارد أو الراجع	مراقبة التركيز لحماية الأشخاص الموجودين بالمكان من الاختناق، واصدار إنذار، وتشغيل المعدات اللازمة للحماية من الحريق.
تركيز نوع معين من الغازات في الهواء	مراقبة التركيز لحماية الأشخاص الموجودين بالمكان من الاختناق، و/أو الحماية من خطورة ارتفاع التركيز عن حد معين و إصدار إنذار، و تشغيل المعدات اللازمة للحماية.
إشغال الغرفة	مراقبة إشغال الغرفة للتحكم في عمل معدات التكييف؛ لتوفير الطاقة نتيجة التفرقة بين إشغال الغرفة أو عدم إشغالها.
نوعية الهواء بالغرفة	مراقبة نوعية الهواء بالغرفة؛ للمحافظة على صحة الشاغلين للغرفة؛ وذلك عن طريق التحكم في أداء معدات نظام تكييف الهواء، أو عمل الصيانة اللازمة.
فتحة محبس المياه	فتح أو إغلاق أو تغيير مقدار فتحة المحبس؛ للتحكم في معدل سريان الماء
توصيل أو فصل الطاقة الكهربائية عن المعدة	إيقاف أو تشغيل المعدة.
حالة المفتاح الكهربائي	التعرف على حالة المفتاح إن كان مفتوحا أم مغلقا

٩-٦ التحكم الرقمي

كان لاكتشاف تقنية الحاسب الآلي واستخدام الميكروبروسيسور كعقل صناعي للحاسب الآلي أثره الكبير على تطوير التقنيات المستخدمة في النظم المختلفة، ومنها نظم التحكم.

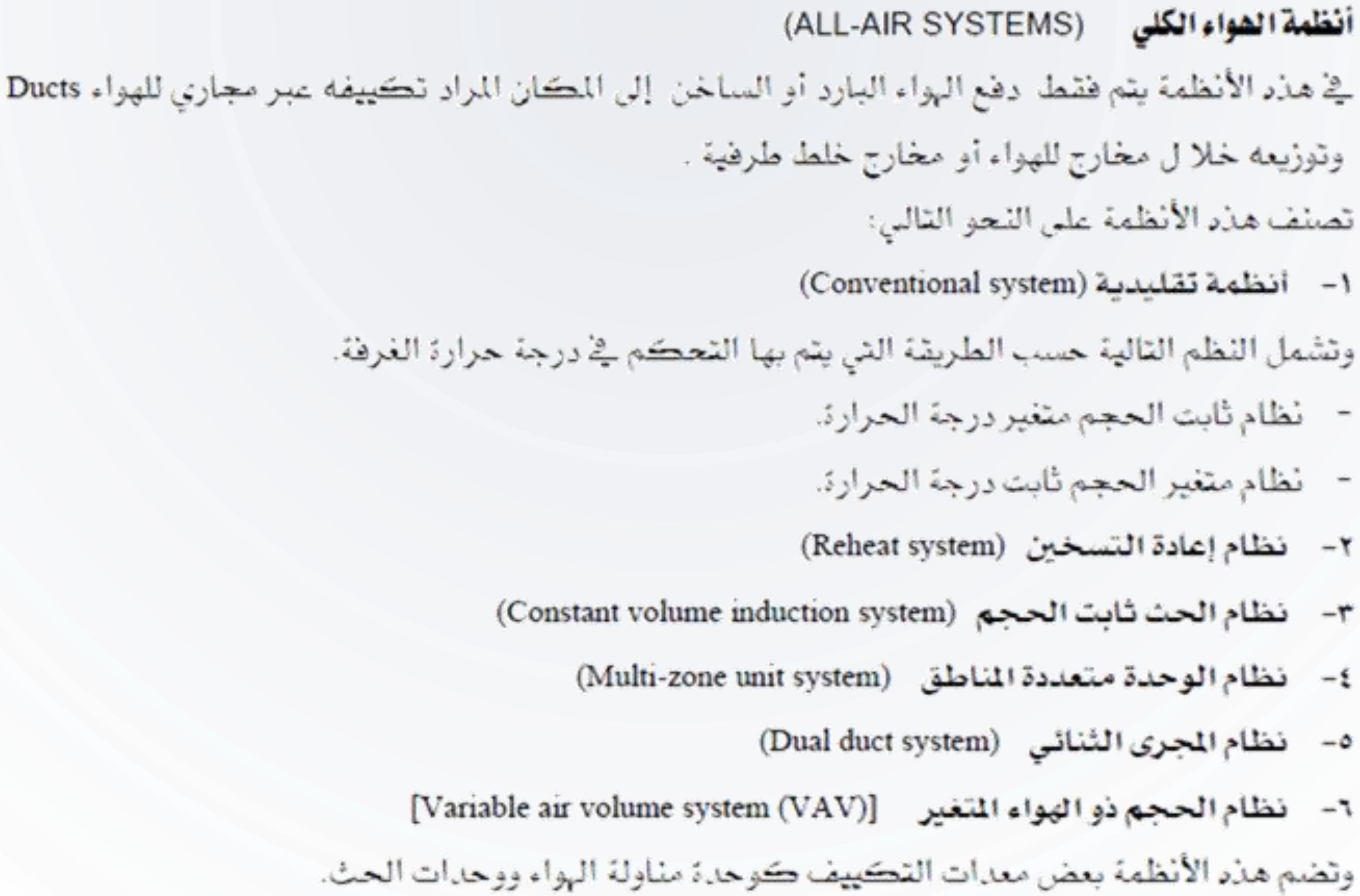
تعتمد تقنية التحكم الرقمي على استخدام ميكروبروسيسور أو أكثر لإجراء العمليات والإجراءات اللازمة للدوائر المختلفة للمراقبة والتحكم. وتنقسم إشارات التحكم في المخاطبة بين مكونات دارة التحكم إلى قسمين أساسيين هما: إشارات رقمية، وإشارات تماثلية. تأخذ الإشارة الرقمية القيمتين صفر أو واحد فقط، وهي الإشارات التي يفهمها ويتعامل معها أي ميكروبروسيسور. وتأخذ الإشارة التماثلية قيم لا نهائية تقع بين صفر و مقدار محدد. ولا يمكن أن يتعامل الميكروبروسيسور مع هذا النوع من الإشارات ويلزم تحويل أي إشارة تماثلية إلى إشارة رقمية حتى يمكن للميكروبروسيسور من التعامل معها.

تتكون دائرة التحكم الرقمي من المكونات الرئيسة الآتية كما هو موضح بشكل (٩-٤) :

- مجس لقياس قيمة المتغير المحكوم المطلوب التحكم في قيمته أو مراقبته.
- محول الإشارات التماثلية إلى إشارات رقمية.
- ميكروبروسيسور.
- محول الإشارات الرقمية إلى تماثلية.
- الأجهزة المحكومة التي يتم التحكم بها.

تطبيقات التحكم في الهواء

Air control applications



أنظمة الهواء الكلي (ALL-AIR SYSTEMS)

في هذه الأنظمة يتم فقط دفع الهواء البارد أو الساخن إلى المكان المراد تكييفه عبر مجاري للهواء Ducts وتوزيعه خلا ل مخارج للهواء أو مخارج خلط طرفية .

تصنف هذه الأنظمة على النحو التالي:

١- **أنظمة تقليدية** (Conventional system)

وتشمل النظم التالية حسب الطريقة التي يتم بها التحكم في درجة حرارة الغرفة.

- نظام ثابت الحجم متغير درجة الحرارة.
- نظام متغير الحجم ثابت درجة الحرارة.

٢- **نظام إعادة التسخين** (Reheat system)

٣- **نظام الحث ثابت الحجم** (Constant volume induction system)

٤- **نظام الوحدة متعددة المناطق** (Multi-zone unit system)

٥- **نظام المجرى الثنائي** (Dual duct system)

٦- **نظام الحجم ذو الهواء المتغير** [Variable air volume system (VAV)]

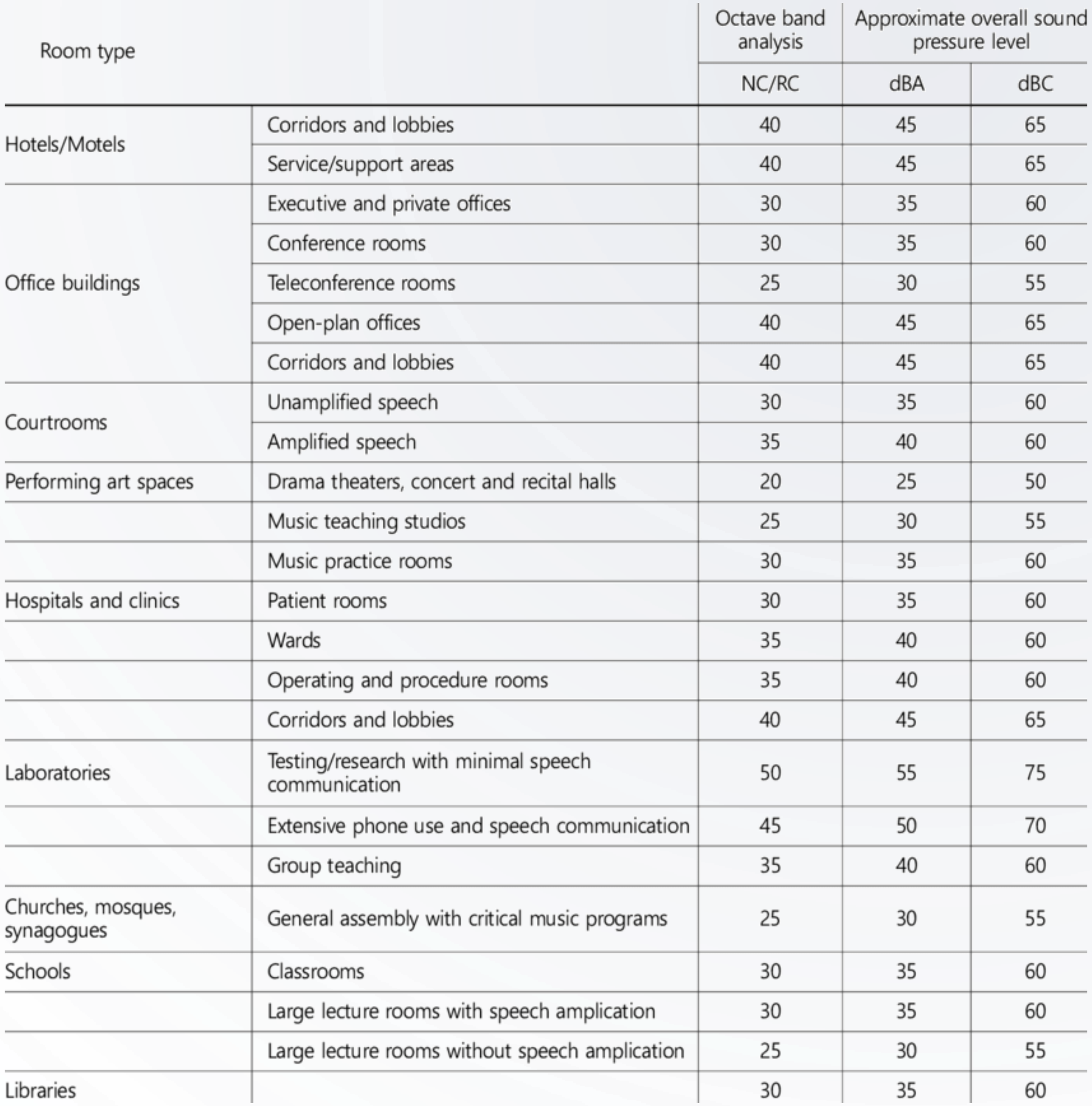
وتضم هذه الأنظمة بعض معدات التكييف كوحدة مناولة الهواء ووحدات الحث.

الضجيج والاهتزاز

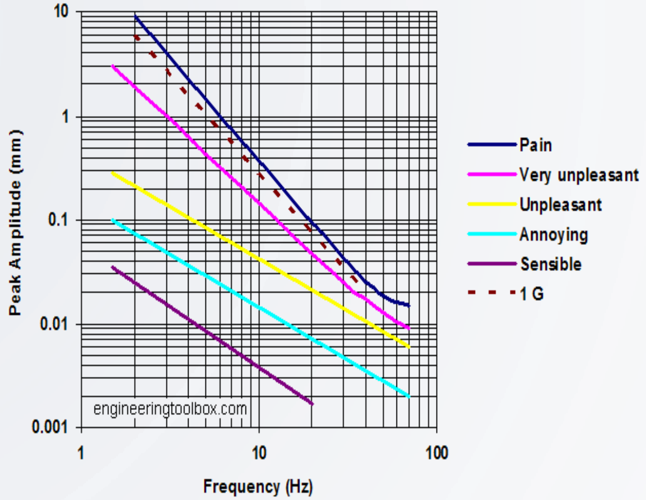
Noise and Vibration

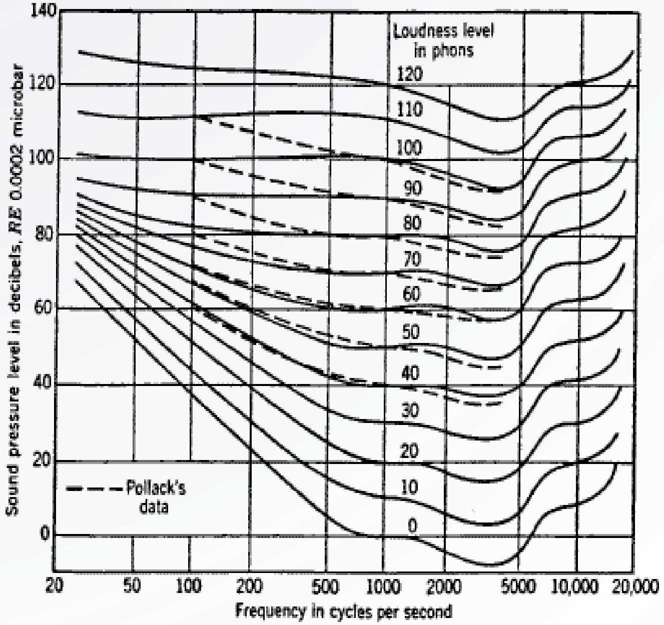
Noise and Vibration

الضجيج والاهتزاز



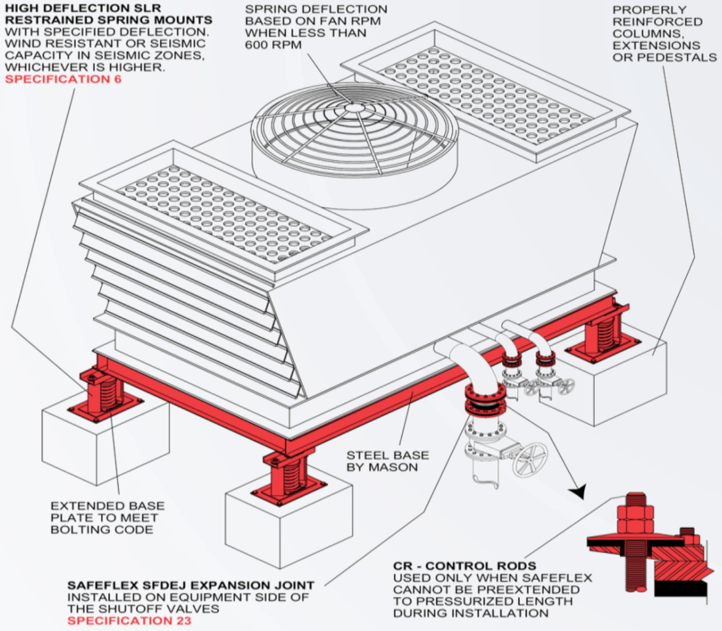
Room type		Octave band analysis	Approximate overall sound pressure level	
		NC/RC	dBA	dBC
Hotels/Motels	Corridors and lobbies	40	45	65
	Service/support areas	40	45	65
Office buildings	Executive and private offices	30	35	60
	Conference rooms	30	35	60
	Teleconference rooms	25	30	55
	Open-plan offices	40	45	65
	Corridors and lobbies	40	45	65
Courtrooms	Unamplified speech	30	35	60
	Amplified speech	35	40	60
Performing art spaces	Drama theaters, concert and recital halls	20	25	50
	Music teaching studios	25	30	55
	Music practice rooms	30	35	60
Hospitals and clinics	Patient rooms	30	35	60
	Wards	35	40	60
	Operating and procedure rooms	35	40	60
	Corridors and lobbies	40	45	65
Laboratories	Testing/research with minimal speech communication	50	55	75
	Extensive phone use and speech communication	45	50	70
	Group teaching	35	40	60
Churches, mosques, synagogues	General assembly with critical music programs	25	30	55
Schools	Classrooms	30	35	60
	Large lecture rooms with speech amplication	30	35	60
	Large lecture rooms without speech amplication	25	30	55
Libraries		30	35	60



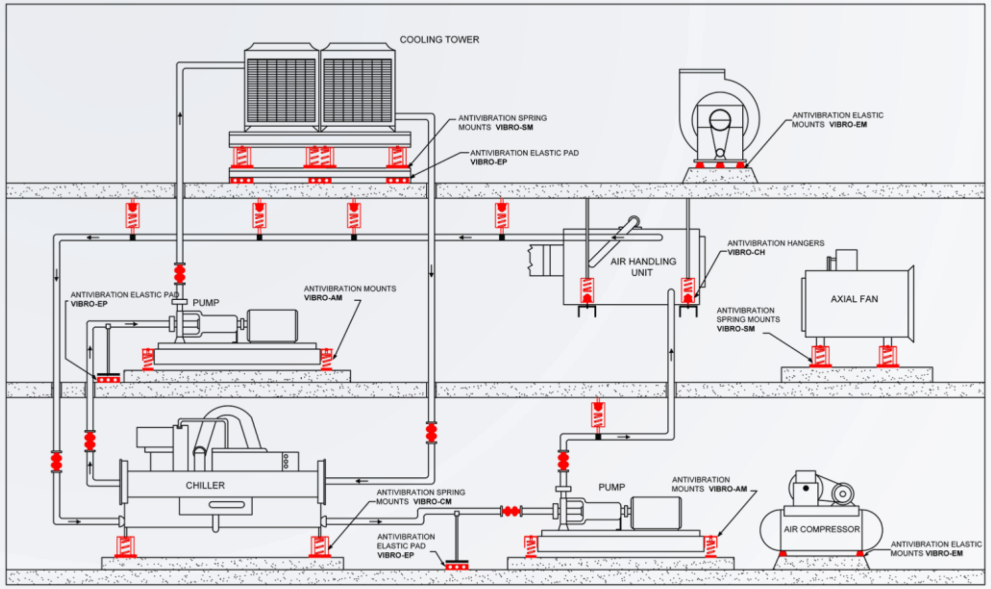


Noise and Vibration

الضجيج والاهتزاز


HIGH DEFLECTION SLR RESTRAINED SPRING MOUNTS WITH SPECIFIED DEFLECTION. WIND RESISTANT OR SEISMIC CAPACITY IN SEISMIC ZONES, WHICHEVER IS HIGHER.
SPECIFICATION 6
SPRING DEFLECTION BASED ON FAN RPM WHEN LESS THAN 600 RPM
PROPERLY REINFORCED COLUMNS, EXTENSIONS OR PEDESTALS
STEEL BASE BY MASON
EXTENDED BASE PLATE TO MEET BOLTING CODE
SAFEFLEX SFDEJ EXPANSION JOINT INSTALLED ON EQUIPMENT SIDE OF THE SHUTOFF VALVES
SPECIFICATION 23
CR - CONTROL RODS USED ONLY WHEN SAFEFLEX CANNOT BE PREEXTENDED TO PRESSURIZED LENGTH DURING INSTALLATION

TYPICAL VIBRATION CONTROL of AIR CONDITIONING SYSTEM


COOLING TOWER
ANTIVIBRATION SPRING MOUNTS VIBRO-SM
ANTIVIBRATION ELASTIC PAD VIBRO-EP
ANTIVIBRATION ELASTIC MOUNTS VIBRO-EM
AIR HANDLING UNIT
ANTIVIBRATION HANGERS VIBRO-CH
ANTIVIBRATION ELASTIC PAD VIBRO-EP
PUMP
ANTIVIBRATION MOUNTS VIBRO-AM
AXIAL FAN
ANTIVIBRATION SPRING MOUNTS VIBRO-SM
CHILLER
ANTIVIBRATION SPRING MOUNTS VIBRO-CM
ANTIVIBRATION ELASTIC PAD VIBRO-EP
PUMP
ANTIVIBRATION MOUNTS VIBRO-AM
AIR COMPRESSOR
ANTIVIBRATION ELASTIC MOUNTS VIBRO-EM

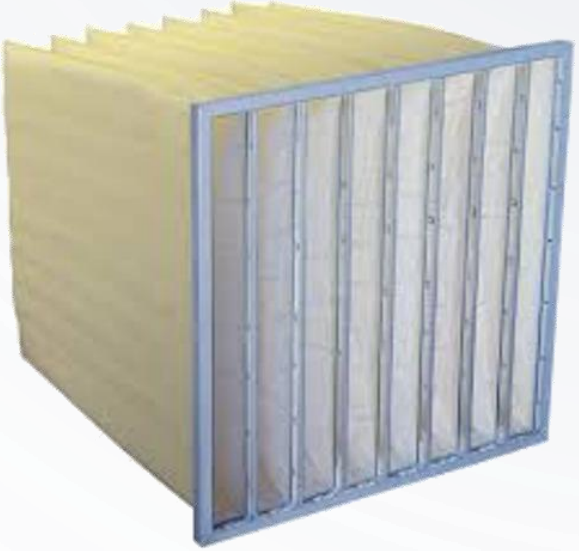
ALPHA ACOUSTIKI Ltd.
KABOUROGLOU 19, 11525 ATHENS GREECE TEL.: (+30210) 6779875 FAX: (+30210) 6779269 www.vibro.gr

الفلاتر

Filters

Air FILTERS

فلاتر الهواء

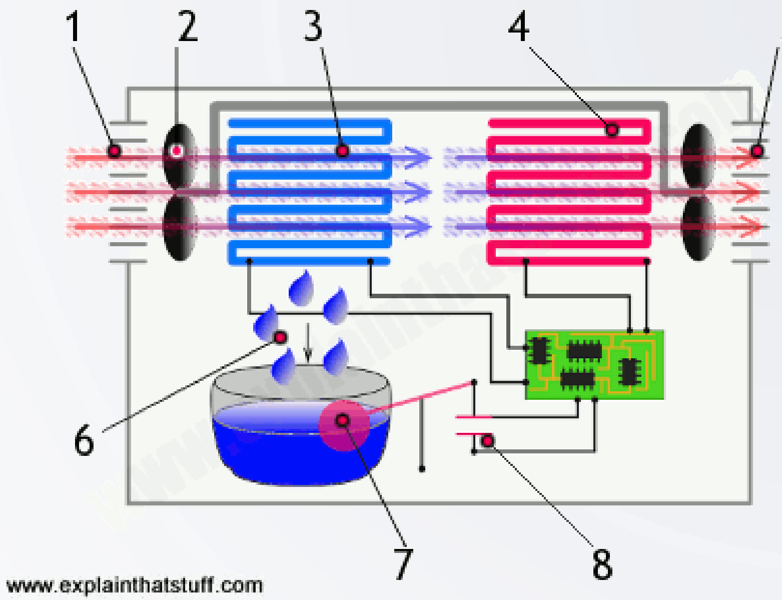


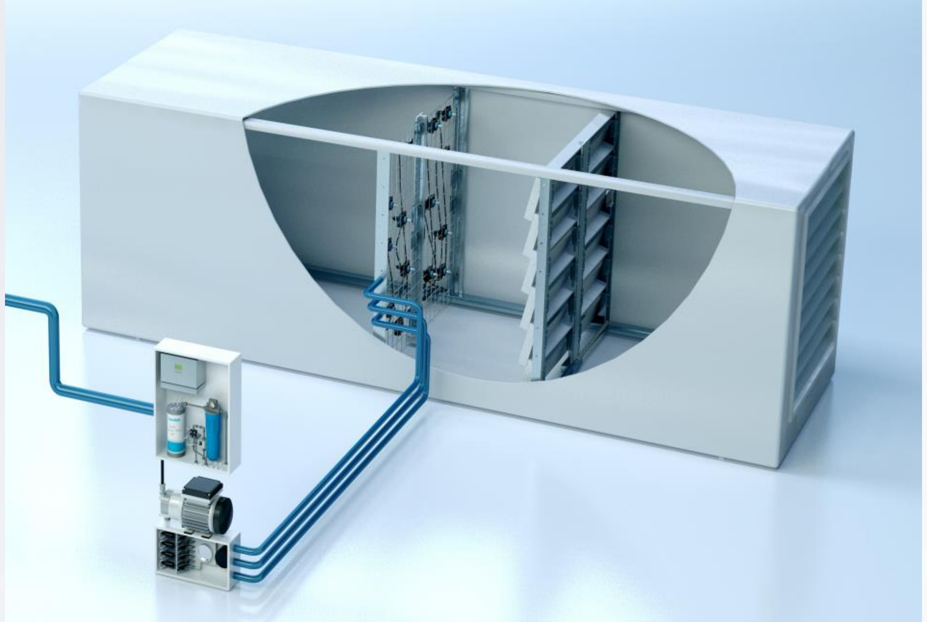
أنظمة التجفيف والترطيب

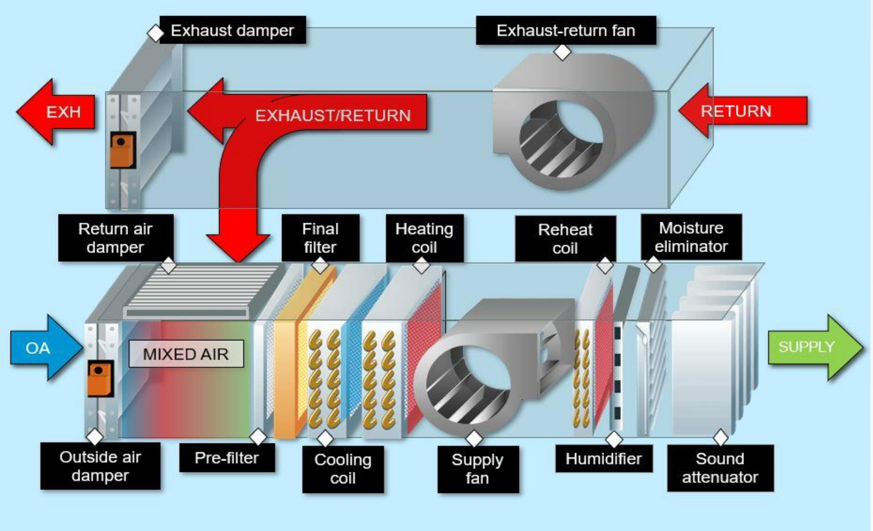
Humidify & Dehumidify System

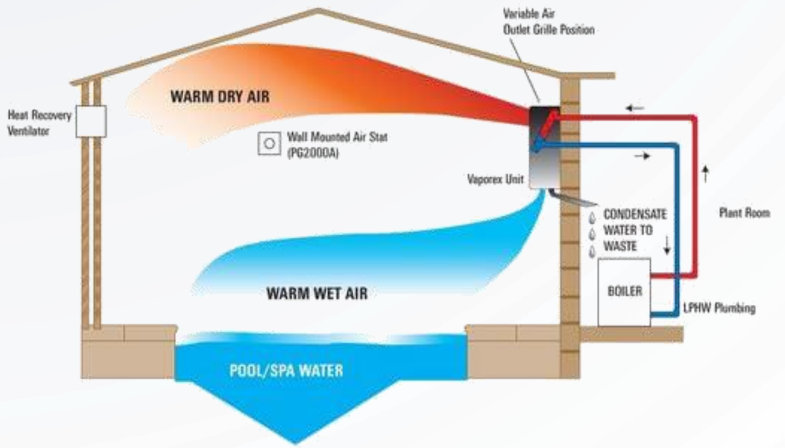
Humidifying & Dehumidifying

التجفيف والترطيب





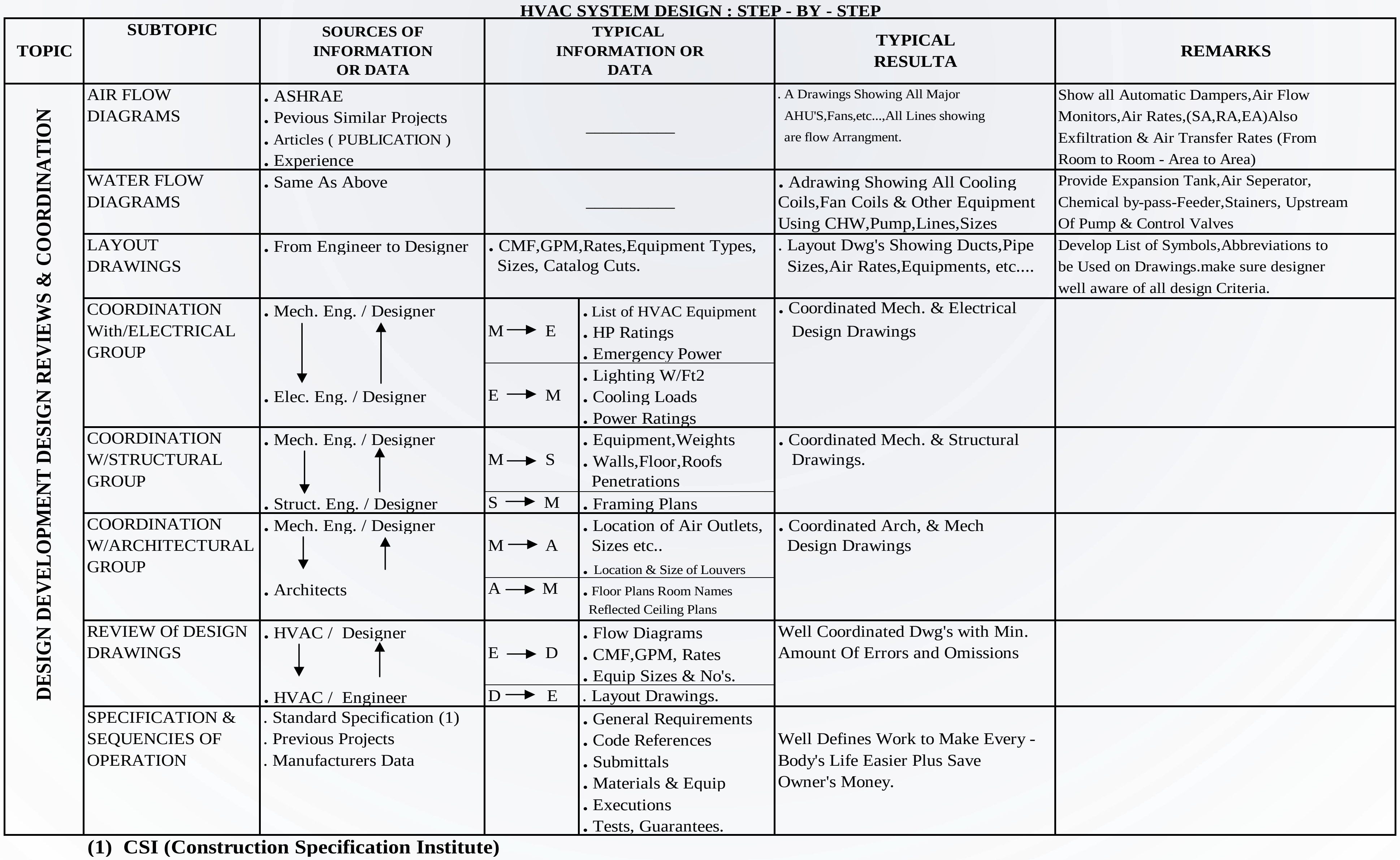




مراجعة وتنسيق التصاميم للتكييف والتدفئة والتهوية

Review and Coordination of HVAC Designs

مراجعة وتنسيق تصاميم التكييف والتدفئة والتهوية



HVAC SYSTEM DESIGN : STEP - BY - STEP

TOPIC	SUBTOPIC	SOURCES OF INFORMATION OR DATA	TYPICAL INFORMATION OR DATA		TYPICAL RESULTA	REMARKS
DESIGN DEVELOPMENT DESIGN REVIEWS & COORDINATION	AIR FLOW DIAGRAMS	. ASHRAE . Pevious Similar Projects . Articles (PUBLICATION) . Experience	________		. A Drawings Showing All Major AHU'S,Fans,etc...,All Lines showing are flow Arrangment.	Show all Automatic Dampers,Air Flow Monitors,Air Rates,(SA,RA,EA)Also Exfiltration & Air Transfer Rates (From Room to Room - Area to Area)
	WATER FLOW DIAGRAMS	. Same As Above	________		. Adrawing Showing All Cooling Coils,Fan Coils & Other Equipment Using CHW,Pump,Lines,Sizes	Provide Expansion Tank,Air Seperator, Chemical by-pass-Feeder,Stainers, Upstream Of Pump & Control Valves
	LAYOUT DRAWINGS	. From Engineer to Designer	. CMF,GPM,Rates,Equipment Types, Sizes, Catalog Cuts.		. Layout Dwg's Showing Ducts,Pipe Sizes,Air Rates,Equipments, etc....	Develop List of Symbols,Abbreviations to be Used on Drawings.make sure designer well aware of all design Criteria.
	COORDINATION With/ELECTRICAL GROUP	. Mech. Eng. / Designer ↓ ↑ . Elec. Eng. / Designer	M → E	. List of HVAC Equipment . HP Ratings . Emergency Power	. Coordinated Mech. & Electrical Design Drawings	
			E → M	. Lighting W/Ft2 . Cooling Loads . Power Ratings		
	COORDINATION W/STRUCTURAL GROUP	. Mech. Eng. / Designer ↓ ↑ . Struct. Eng. / Designer	M → S	. Equipment,Weights . Walls,Floor,Roofs Penetrations	. Coordinated Mech. & Structural Drawings.	
			S → M	. Framing Plans		
	COORDINATION W/ARCHITECTURAL GROUP	. Mech. Eng. / Designer ↓ ↑ . Architects	M → A	. Location of Air Outlets, Sizes etc.. . Location & Size of Louvers	. Coordinated Arch, & Mech Design Drawings	
			A → M	. Floor Plans Room Names Reflected Ceiling Plans		
	REVIEW Of DESIGN DRAWINGS	. HVAC / Designer ↓ ↑ . HVAC / Engineer	E → D	. Flow Diagrams . CMF,GPM, Rates . Equip Sizes & No's.	Well Coordinated Dwg's with Min. Amount Of Errors and Omissions	
			D → E	. Layout Drawings.		
	SPECIFICATION & SEQUENCIES OF OPERATION	. Standard Specification (1) . Previous Projects . Manufacturers Data		. General Requirements . Code References . Submittals . Materials & Equip . Executions . Tests, Guarantees.	Well Defines Work to Make Every - Body's Life Easier Plus Save Owner's Money.	

(1) CSI (Construction Specification Institute)

High-resolution table version: https://bit.ly/2MbzpyC نسخة الجدول بدقة عالية:

أمثلة لبعض المشاريع الحيوية

Examples of some of the vital projects

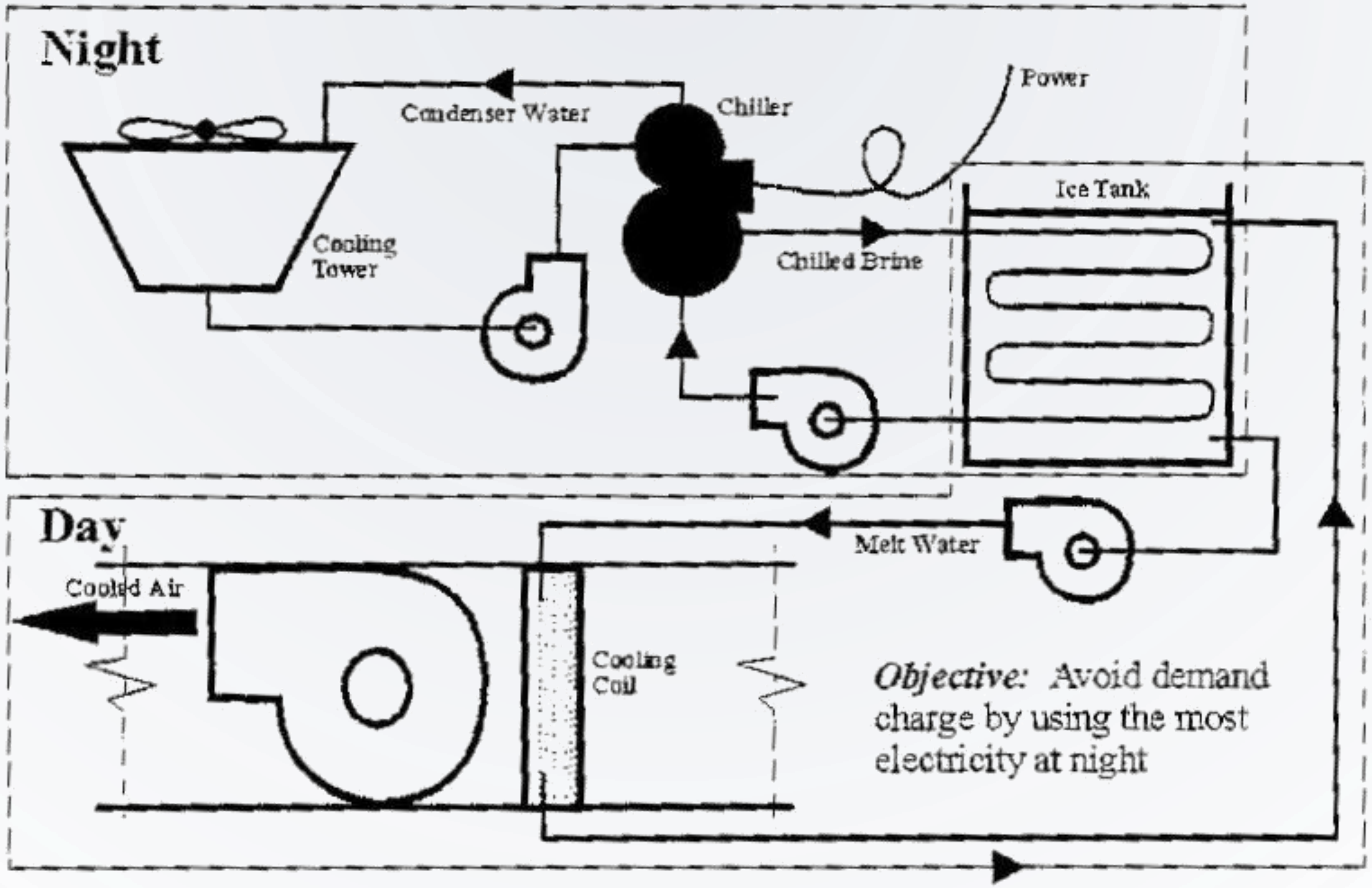
ICE BANK

خزانات التثليج للاحتفاظ بالطاقة للمبنى الرئيسي

THERMAL ENERGY STORAGE

Ice banks added to chillers in Riyadh Bank Headquarters building. Cooling Capacity is increased by generating ice overnight.

كيفية استخدام خزانات التثليج في فترة ارتفاع الحمل الحراري خلال النهار

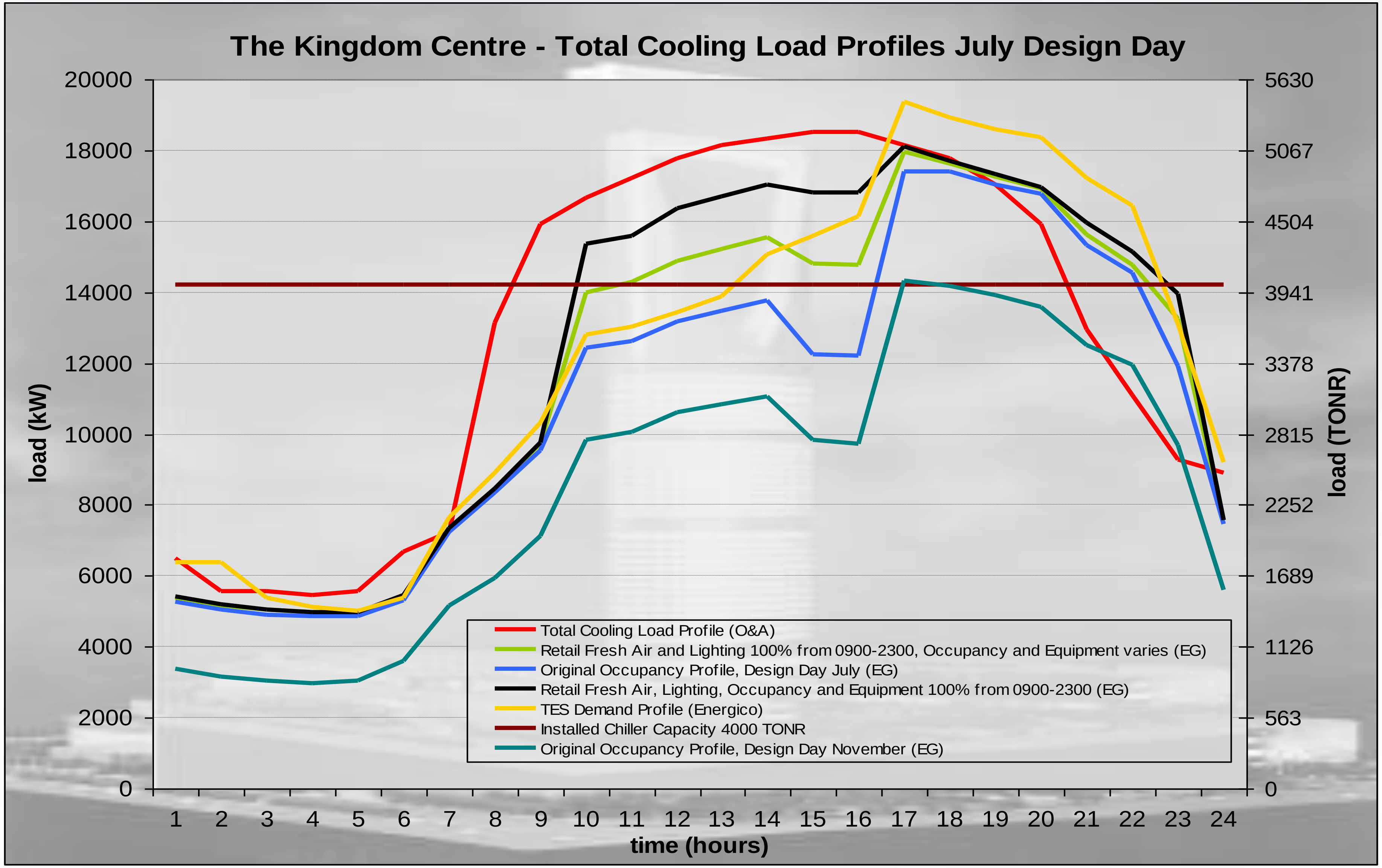


Objective: Avoid demand charge by using the most electricity at night

Figure 15-5. Secondary Coolant, External Melt, Ice-on-Coil Configuration

الحمل الحراري لمبنى برج سكني تجاري ليوم واحد في شهر يوليو

COOLING LOAD PROFILING



Tower with Buildup Area 2,000,000 m^2

	Package+ Duct	Chiller+ Duct+ Pipes	Chiller Saving
tonnage	130,000	100,000	
initial cost	400,000,000	1,000,000,000	+600,000,000
Maintenance	100,000,000	200,000,000	+100,000,000
Elect. consumption/year	150,000,000	50,000,000	-100,000,000
Elect. consumption/10 year	2,000,000,000	500,000,000	-1,500,000,000
Total Cost / 10 years	**2,500,000,000**	**1,700,000,000**	**+800,000,000**

أمثلة لمشاريع الحيوية

Examples of the vital projects

الحرم المكي11745 طن

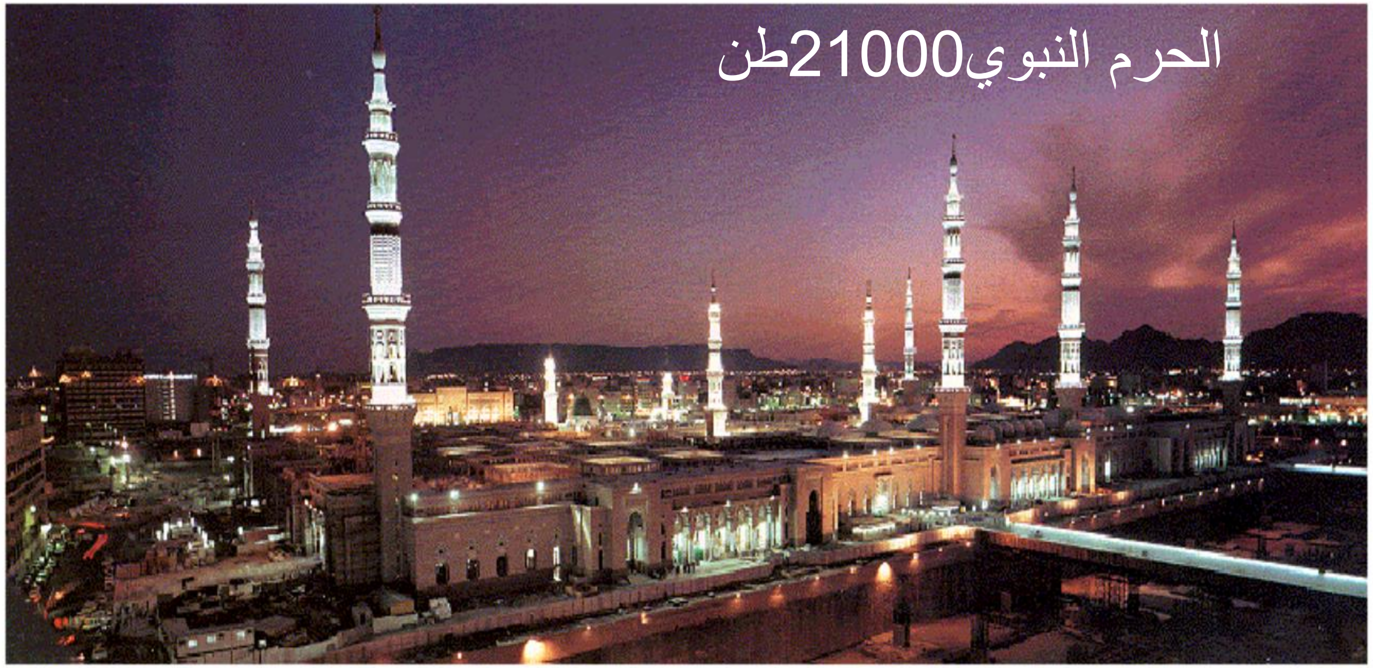
برج الفيصلية 7600 طن

بتروناس 30000 طن

أمثلة لمشاريع الحيوية

Examples of the vital projects

برج المملكة 7600 طن



الحرم النبوي21000طن

مشروع جبل عمر 55000 طن

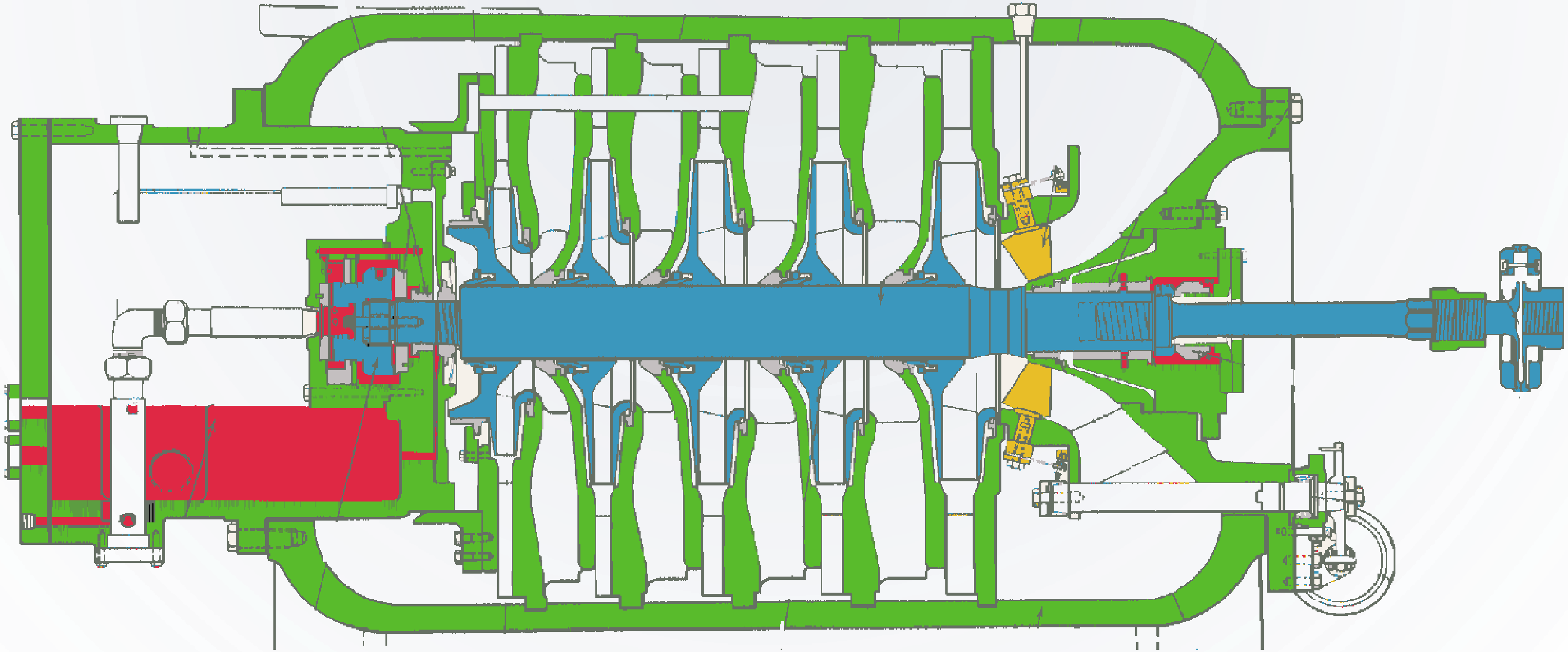
مطار الملك عبدالعزيز54000 طن

أمثلة لبعض المكونات الرئيسية لأجهزة مكيفات الهواء

Examples of some of the main components of air conditioners Units

مقطع داخلي للكمبريسور

M Compressor



أمثلة لبعض الوحدات الطرفية المتغيرة لأجهزة مكيفات الهواء

Examples of some of the valv units of air conditioners Units

جدول تحويل معامل الوحدات

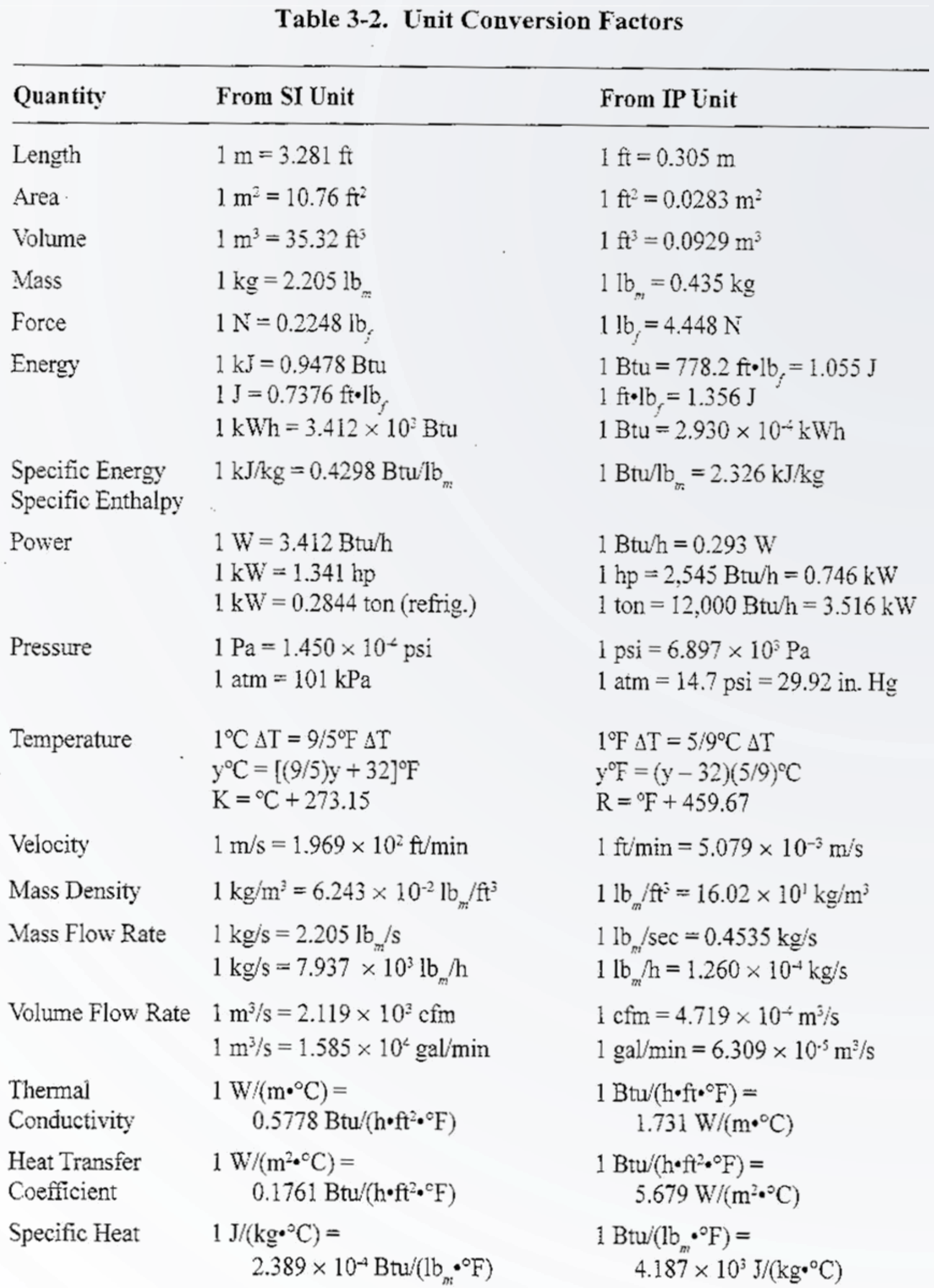


Table 3-2. Unit Conversion Factors

Quantity	From SI Unit	From IP Unit
Length	1 m = 3.281 ft	1 ft = 0.305 m
Area	1 m^2 = 10.76 ft^2	1 ft^2 = 0.0283 m^2
Volume	1 m^3 = 35.32 ft^3	1 ft^3 = 0.0929 m^3
Mass	1 kg = 2.205 lb_m	1 lb_m = 0.435 kg
Force	1 N = 0.2248 lb_f	1 lb_f = 4.448 N
Energy	1 kJ = 0.9478 Btu 1 J = 0.7376 ft•lb_f 1 kWh = 3.412 × 10^3 Btu	1 Btu = 778.2 ft•lb_f = 1.055 J 1 ft•lb_f = 1.356 J 1 Btu = 2.930 × 10^{-4} kWh
Specific Energy Specific Enthalpy	1 kJ/kg = 0.4298 Btu/lb_m	1 Btu/lb_m = 2.326 kJ/kg
Power	1 W = 3.412 Btu/h 1 kW = 1.341 hp 1 kW = 0.2844 ton (refrig.)	1 Btu/h = 0.293 W 1 hp = 2,545 Btu/h = 0.746 kW 1 ton = 12,000 Btu/h = 3.516 kW
Pressure	1 Pa = 1.450 × 10^{-4} psi 1 atm = 101 kPa	1 psi = 6.897 × 10^3 Pa 1 atm = 14.7 psi = 29.92 in. Hg
Temperature	1°C ΔT = 9/5°F ΔT y°C = [(9/5)y + 32]°F K = °C + 273.15	1°F ΔT = 5/9°C ΔT y°F = (y – 32)(5/9)°C R = °F + 459.67
Velocity	1 m/s = 1.969 × 10^2 ft/min	1 ft/min = 5.079 × 10^{-3} m/s
Mass Density	1 kg/m^3 = 6.243 × 10^{-2} lb_m/ft^3	1 lb_m/ft^3 = 16.02 × 10^1 kg/m^3
Mass Flow Rate	1 kg/s = 2.205 lb_m/s 1 kg/s = 7.937 × 10^3 lb_m/h	1 lb_m/sec = 0.4535 kg/s 1 lb_m/h = 1.260 × 10^{-4} kg/s
Volume Flow Rate	1 m^3/s = 2.119 × 10^3 cfm 1 m^3/s = 1.585 × 10^4 gal/min	1 cfm = 4.719 × 10^{-4} m^3/s 1 gal/min = 6.309 × 10^{-5} m^3/s
Thermal Conductivity	1 W/(m•°C) = 0.5778 Btu/(h•ft^2•°F)	1 Btu/(h•ft•°F) = 1.731 W/(m•°C)
Heat Transfer Coefficient	1 W/(m^2•°C) = 0.1761 Btu/(h•ft^2•°F)	1 Btu/(h•ft^2•°F) = 5.679 W/(m^2•°C)
Specific Heat	1 J/(kg•°C) = 2.389 × 10^{-4} Btu/(lb_m•°F)	1 Btu/(lb_m•°F) = 4.187 × 10^3 J/(kg•°C)

References :

1. Handbook of the American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers.
2. Al-Zamil Air Conditioning Company
3. York, Train and Carrier Air Conditioning Companies.
4. The American Society of Mechanical Engineers.
5. General Organization for Technical and Vocational Training - Air Conditioning Systems and Equipment.
6. King Abdul-Aziz University, College of Engineering, Air Conditioning and Refrigeration Engineering.

المراجع:

1. كتيب الجمعية الامريكية لمهندسي التدفئة والتبريد والتكييف
2. شركة الزامل للتكييف
3. شركة يورك وترين وكارير للتكييف
4. الجمعية الامريكية للمهندسين الميكانيكيين
5. المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني – نظم ومعدات تكييف الهواء
6. جامعة الملك عبدالعزيز ، كلية الهندسة ، هندسة التبريد وتكييف الهواء

وشكرا

Thank You